

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

# Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Jövőnk anyagai, technológiái

Egyesületi hírmondó

141. évfolyam

2008/5. szám



Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

## Vaskohászat

## 1 Gulyás József

Rudak hengerlésekor a hengerrésben ébredő feszültségek eloszlásának közelítő meghatározása

## 6 Reményi Károly

Paradigmaváltás az elméleti és gyakorlati tüzeléstechnikában, az NO<sub>x</sub> szerepe

## Öntészet

## 14 Gergely Gréta – Gácsi Zoltán

A Si morfológiájának jellemzése a módosított Al-Si ötvözetekben

## 16 Voiret, Jean-Pierre

A vas a régi Kína mindennapjaiban

## Fémkohászat

## 23 Szirmai Georgina – Török Tamás

Magnéziumötvözetek felületkezelése a korróziós elhasználódás csökkentése érdekében

## 31 Csonka László

A Lean Production alkalmazása a kohászatban

## Jövőnk anyagai, technológiái

## 35 Mende Tamás – Roósz András

A CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fázisdiagram likvidusz görbéinek számítása ESTPHAD módszerrel

## 38 Az Anyagtudományi és Technológiai

Bizottság erdélyi útja

## Egyesületi hírmondó

## 41 Ipartörténeti emléknep Salgótarjánban

## 42 Egyesületi hírek

## 45 Egyetemi hírek

## 48 Köszöntések

Öntészet rovatunkat az 1950-ben indított és 1991-ben megszűnt önálló szaklap, a BKL Öntöde utódjának tekintjük.

## Gulyás J.: Approximate determination of stresses emerging in the roll gap during bar-rolling ... 1

In the stretching cavities of bar-rolling mills stress condition considerably differs from that of formed during rolling without cavity, approaching the elemental rolling. Consequently, for determining the forces, calculations broadly used, convert known plane geometric forms of both the pieces and cavities for the conditions of elemental rolling, show higher differences in comparison with forces measured. The values of factors intended for correcting the differences vary between wide limits (0,98...1,2). In this study, the author developed a semi-empirical relationship based on the stress distribution determined by measurements at different cavities. Rolling forces calculated in such a way presumably result smaller differences and properly reflect the actual conditions. This calculation can be quickly performed by a simple excel program.

Reményi K.: Change of paradigm in the theoretical and practical firing technology, the role of NO<sub>x</sub> ... 6

In burning fossil fuels, the last century's firing technology applied relatively uniform basic principles. The main point of view was the reduction of comburent content in the exhaust products of burning. Coming of environment pollution reduction items to the fore changed the firing technology basically. Nitrogen oxides the quantity of which depends on the physical and chemical parameters affected by the firing technology began to play a special role. That's why the change of paradigm can be bound to the NO<sub>x</sub> exhaust gas component.

## Gergely G. – Gácsi Z.: Characterization of Si morphology in modified Al-Si alloys... 11

One of the methods of melt-treatment of Al-Si alloys is the modification that plays a very significant role in the development of (mechanical) properties of finished product. There are a lot of well-known processes for the investigation of effectiveness of modification but an objective, exact result cannot be obtained in each case by using these methods. The method suitable for the classification of modification worked out by us was developed by integrating two methods namely the comparison by means of etalon-images and the integration of measurement of morphological parameters. This method is relatively simple, does not demand lots of measurements and gives reliable results.

## Voiret, J.-P.: Iron in the ancient everyday China ... 16

In the schools and academies we learned on China only a few. Before discussing this item, we have to give some data from the history of iron and steel metallurgy of the Middle Kingdom. This history is the more interesting for us as the development of this part of the World was quite different from that of ours. At first, iron age started there later, but the technology of iron production and processing developed quicker than in the western world. Second, in China, later development of the technology went by a different way.

## Szirmai G. – Török T.: Surface treatment of magnesium alloys for the reduction of corrosion wear ... 23

The revival of secondary magnesium metallurgy and casting production in Hungary stimulated the authors to call the attention with their study on the importance of proper surface treatment of Mg-based alloys.

## Csonka L.: Application of LEAN PRODUCTION in the metallurgy ... 31

The philosophy of Lean Production was a result of the Toyota Production System (TPS). The meaning of "lean" in this aspect is productive and frugal. The goal of the Toyota Production System is increasing the production efficacy by consequent and thorough elimination of losses.

Mende T. – Roósz A.: Calculation of the liquidus curves of CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> phase diagram by ESTPHAD method ... 35

Using the ESTPHAD (Estimation of Phase Diagrams) method, the liquidus and solidus curves in the equilibrium phase diagram can be created by thermodynamic based equations. By these determined equations, the liquidus or solidus temperatures as a function of concentration can be calculated with the required precision. The main advantages of the ESTPHAD method are as follows: the parameters of functions can be calculated simply, it gives a precise result and the calculation time is short.

This paper shows the reconstruction of the liquidus curves of the CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> phase diagram (0-60 wt% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> range) by using the ESTPHAD method on the basis of the measured data. The divergences between the measured and calculated (ESTPHAD) data are less than the given measurement error (±10 K).

**Szerkesztőség:** 1027 Budapest, Fő utca 68., IV. em. 413. • **Telefon:** 201-7337 • **Telefax:** 201-2011 • **Levélcím:** 1371 Budapest, Pf. 433. vagy kohaszat@mtesz.hu • **Felelős szerkesztő:** dr. Lengyel Károly • **A szerkesztőség tagjai:** dr. Buzáné dr. Dénes Margit, dr. Klug Ottó, dr. Kórodi István, Lengyelné Kiss Katalin, Szende György, dr. Takács István, dr. Tardy Pál, dr. Török Tamás • **A szerkesztőbizottság elnöke:** dr. Sándor József. **A szerkesztőbizottság tagjai:** dr. Bakó Károly, dr. Csurbakova Tatjana, dr. Dül Jenő, dr. Hatala Pál, dr. Károly Gyula, dr. Kékesi Tamás, dr. Kórodi István, dr. Ládai Balázs, dr. Réger Mihály, dr. Roósz András, dr. Takács István, dr. Tardy Pál • **Kiadó:** Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület • **Felelős kiadó:** dr. Tolnay Lajos • **Nyomja:** Press+Print Kft. 2340 Kiskunlacháza, Gábor Áron u. 2/a • **HU ISSN 0005-5670** Belső tájékoztatásra, kereskedelmi forgalomba nem kerül. • A közölt cikkek fordítása, utánnyomása, sokszorosítása és adatrendszerekben való tárolása kizárólag a kiadó engedélyével történhet. • **Internetcím:** www.ombkenet.hu/bkl/kohaszat.html

GULYÁS JÓZSEF

## Rudak hengerlésekor a hengerrésben ébredő feszültségek eloszlásának közelítő meghatározása

*A rúdhengersorokon alkalmazott nyújtó üregekben a feszültségi állapot jelentősen eltér az elemi hengerlést közelítő üreg nélküli hengerléskor kialakulttól. Ennek következtében az erők meghatározására azok a széles körben használt számítások, amelyek mind a darabok, mind az üregek ismert síkgeometriai alakzatait az elemi hengerlés viszonyaira konvertálják, a mért erőkhöz képest általában nagyobb eltéréseket mutatnak. Az eltéréseket korrigálni szánt tényezők értéke (0,98...1,2) tág határok között mozog. Jelen tanulmányban a szerző olyan saját, félempirikus összefüggést ismertet, amelynek alapját a különböző üregeknél mérésel meghatározott feszültségeloszlás képezi. Az így számított hengerlési erők feltehetőleg kisebb eltéréseket eredményeznek a korábbiakhoz képest, és a konkrét viszonyokat jól tükrözik. Ez a számítás egyszerű Excel programmal gyorsan elvégezhető.*

### 1. Bevezetés

Rúdtermékek hengerlése legtöbb esetben az egyszerű nyújtó üregekben történik. Ezek az üregek a rajtuk áthaladó darab felületének nagyobb részét, annak mintegy 70-85%-át, közrefogják. Ennek kettős célja van: egyrészt a darab szúrásokénti mérete jobban biztosítható, másrészt pedig a felületi hibák keletkezését jelentősen csökkenti. Igaz ugyanakkor, hogy az üregben történő alakítás során a hengerek kopása nagyobb mértékű, mint az elemi hengerlést közelítő sima hengereké, továbbá a hengerek megmunkálása is költségeesebb, és végül a hengerek után-munkálásának száma is kisebb. Az üreges hengereknek előbb említett előnyeit szembeállítva a felsorolt hátrányokkal, napjainkban még mindig az üreges hengerlés technikáját alkalmazzák, bár az elmúlt években történtek próbálkozások

az üregek kiváltására elsősorban a hengersor előnyújtó szakaszán.

A rúdtermékeket gyártó hengersorokon is fontos – elsősorban a hengerek terheltségét jelentő – technológiai paraméternek, a hengerlési erőnek viszonylag megbízható számítása. Ennek elvégzésére napjainkban különböző számítási eljárások állnak rendelkezésünkre. Ezek közül ma a legmegbízhatóbbnak tartott eljárás az úgynevezett véges elem módszer (VEM, angolul FEM). Ennek alkalmazása azonban nagy felkészültségű szakembert, valamint jelentős előkészítési és végrehajtási időt igényel. Ezért ennek a módszernek az alkalmazása csak a fejlesztő, illetve tervező intézetek számára gazdaságos. A termékek gyártását végző hengerművekben azonban újabb szelvények, ill. a járatos minőségű termékektől eltérő minőségek bevezetésekor feltétlenül szükség van a hengerlési erőknek viszonylag megbízható, gyors és jól átlátható módszerrel való meghatározására. Er-

re napjainkban többféle, viszonylag egyszerű, közelítő eljárás áll az üzemi szakemberek (technológusok) részére.

### 2. Ma használatos, hengerlési erőt meghatározó számítási eljárások

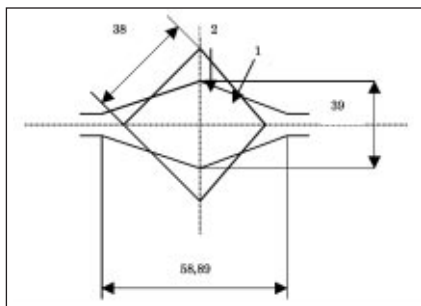
A hengerlési erők meghatározása szinte valamennyi szerzőnél az elemi hengerlés viszonyaira érvényes alapvető sávmélethez indul ki. Ennek a legfontosabb alapfeltevélei a következők:

- mind a hengerek közé befutó, mind az azokból kifutó szelvény téglalap keresztmetszetű;
- a hengerrésen áthaladó szelvény egy adott helyén a mechanikai feszültség magassági irányban egyenlő;
- a hengerrés valamennyi pontjában a darab felületén ébredő függőleges irányú feszültség főfeszültség.

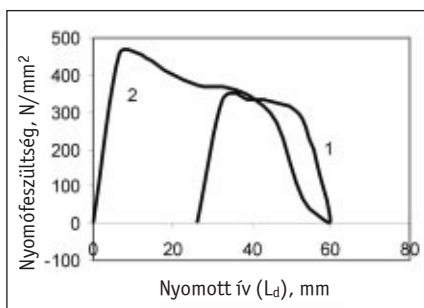
A fenti feltételek alapján fogalmazta meg Kármán Tódor a hengerrésre vonatkozó feszültség állapotát leíró differenciál egyenletét (1925). Napjainkban a legtöbb, hengerlési erőt számító összefüggés a Kármán-féle egyenlet különböző közelítő megoldásán alapszik [1,2,3]. Ezenkívül mások is megfogalmaztak részben hasonló feltételekből kiinduló összefüggéseket. Ezekre azonban továbbra is jellemző a valós viszonyokat egyszerűsítő kiinduló feltételek alkalmazása.

Az elemi hengerlés geometriai feltételeit legjobban a lapostermékek hengerlését jellemző viszonyok közelítik meg; nem véletlen tehát, hogy azok hengerlésekor mért erők viszonylag jó egyezést mutatnak a különböző szerzők által közölt összefüggésekből számított erőkkel. A tapasztalt eltérések jelentős része a számítási módszertől független anyagjellemző – az anyag

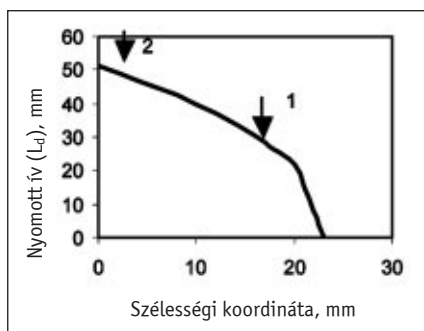
*Gulyás József okleveles kohómérnök, oklevelét a NME-n szerezte 1954-ben. A műszaki tudomány doktora, a ME Fémtani és Képlékeny Alakítási Tanszékének emeritus professzora. Kutatási területe az acélok és nem-vasfémek hengerlésének elmélete és technológiája, valamint ezen a területen alkalmazott mérés- és kísérlettechnika. Az OMBKE-nek 1983 óta tagja.*



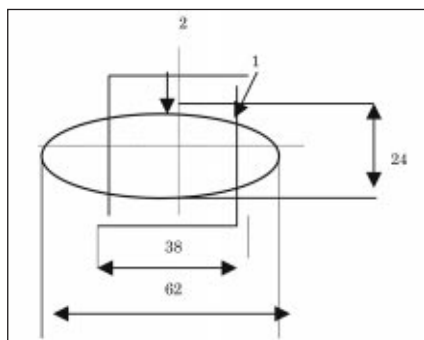
■ 1. ábra. Négyzet-rauta üregpár



■ 2. ábra. Mért feszültségek a mérőpontokon



■ 3. ábra. A rúd nyomott felülete a rauta üregben



■ 4. ábra. Négyzet-ovál üregpár

alakítási szilárdsága – egzakt meghatározásának nehézségéből származik.

Lényegesen más helyzet jellemzi az üregekben történő alakításkor fellépő hengerlési erők számítását. Ebben az esetben ugyanis a hengerlésbe mind a be-, illetve kifutó darab keresztmetszeteinek geometriái lényegesen eltérnek az elemi hengerlés

alapfeltételét képező négyszög alaktól. Ezért a különböző szerzők [2, 3, 4] olyan egyszerű módszer szerint jártak el, hogy a darab geometriáit négyszög alakra konvertálták. E szerint a darab be-, illetve kifutó szelvényét olyan négyszög alakokkal helyettesítették, amelyek keresztmetszete megegyezett az eredeti szelvény keresztmetszetével. Ily módon a konvertálást három módon lehet megvalósítani: a szelvény szélessége, a magassága és végül az oldalak méreteinek viszonya a helyettesítő négyszög megfelelő méretével egyezik meg a szelvényterületek egyenlősége mellett. Ilyen módon tehát a hengerlési erőket a lapostermékekénél használt összefüggésekkel számítják ki [2, 3, 4]. Az így számított erők megbízhatósága kétséges. Ugyanis a rúd-üregekben kialakult feszültségi állapot erősen eltér az elemi hengerlést jellemző közel sík feszültségi állapottól.

Ezért egyes szerzők az említett helyettesítő négyszögek módszerét különböző üregtípusokra vonatkozó korrekciós tényezőkkel kívánták pontosítani [3, 4]. Ez abban állott, hogy a helyettesítő eljárással számított alakítási ellenállást az üregtípustól függő korrekciós tényezővel megszorozták. Ennek az volt a hátránya, hogy csak a járatos üregméreteknél eredményezett pontosabb értéket. Ez abból származott, hogy ez a módszer nem az üregekben végbemenő tényleges feszültségi állapot lényegéből indult ki. Pawelski és társai az üregekben történő hengerlést jellemző közepes alakítási ellenállás nagyságát a darab nyomott felületének és az előbbi keresztmetszetének függvényében vizsgálták [5], de egyértelmű számítási módszert nem dolgoztak ki.

### 3. A térbeli feszültségállapot figyelembe vétele a rúd üregeit terhelő hengerlési erők számításakor

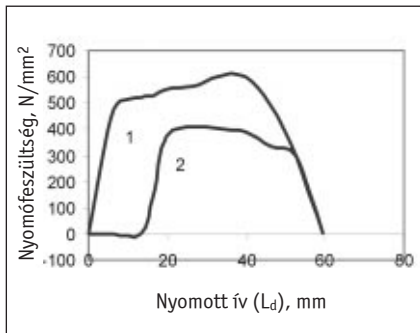
A feszültségi állapotot az alakos üregekben alapvetően az üreg és a darab felületének térbeli alakja és nagysága határozza meg. A hengerlés üregére jellemző térbeli közepes nyomófeszültség nagysága elsősorban attól függ, hogy a darab teljes felületének hányadrészét teszi ki az üreg által határolt nyomott felület. Ez utóbbi hányad nagyságával arányos a hengerlésben kialakult közepes nyomófeszültség, hengerlés nyelven a közepes alakítási ellenállás ( $k_k$ ), amint azt több szerző [4, 5, 6] is megállapította. Nyilvánvaló tehát, hogy csak olyan számí-

tási módszer visz közelebb az üregekben kialakult hengerlési erő meghatározásához, ami figyelembe veszi ezt a fontos felismerést. Így az újabb időkben egyes szerzők a hengerlésben a darab felületén ébredő nyomófeszültségeket vizsgálták. A lapostermékekre vonatkozóan már régebben igyekeztek mérni a darab felületén a nyomófeszültségek tényleges nagyságát [5]. Az üreges hengerlésre vonatkozó méréseket később végezték, ami azzal magyarázható, hogy az üregek geometriája, továbbá azok viszonylag kis méretei nagy nehézséget okoztak a megfelelő érzékelő szerkezetek beépítésére, továbbá a mérési jeleknek a forgó hengerekről történő továbbítására. Ezért a szakirodalomban viszonylag kevés ilyen mérés leírása található [6, 7]. Ezekre is az jellemző, hogy egy adott üregben az előbb felsorolt nehézségek miatt kettő, legfeljebb három érzékelőt tudtak beépíteni. Jelen cikk szerzője régebben olyan kísérleti hengert készített, amelynek kör üregébe négy érzékelőt épített be. Ezt a hengert a szerző eredetileg csőszelvény hengerlésére használta, majd később került sor ovál profilú szelvény kihengerlésére [8, 9].

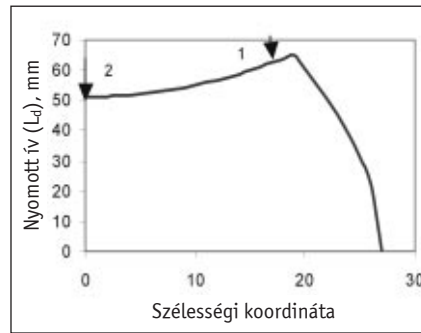
Jelen tanulmány háromféle üregben ébredő feszültségeloszlás vizsgálatával foglalkozik. Az első két üregtípusnál végzett vizsgálatok Schlegel mért adataira [7], a harmadik üregtípusnál a szerző saját méréseire támaszkodnak. Az első típus rauta üreg volt (négyzet-rauta üregpár), amelyben négyzetszelvény hengerlése történt. Az üreg és az abba belépő szelvény méreteit, valamint az üregbe beépített érzékelők helyeit az 1. ábra mutatja. Látható, hogy az 1 jelű érzékelő a belépő szelvény kontúrvoalának és az üreg oldalának metszéspontján helyezkedik el. Ha az üregben nincs szélesedés, akkor az érzékelő nem mutatna feszültség jelet. Mivel szélesedés mindig van, így az adott helyen egyértelműen mutatkozik feszültség jel. A 2 jelű érzékelő az üreg függőleges szimmetria tengelyétől 2 mm távolságra található. A közepes hengerátmérő mindkét kísérletnél 375 mm volt.

Mindkét érzékelőn megjelenő nyomás jel a 2. ábrán látható. A két jel az adott helyen a darabnak és az üregnek a találkozási pontjától a darabnak az üreg elhagyásának pontjáiig terjed, azaz az adott jel útjának hossza megfelel az adott helyen kialakult nyomott ívnek ( $L_{di}$ ). Az ábrából megállapítható, hogy a két különböző feszültség

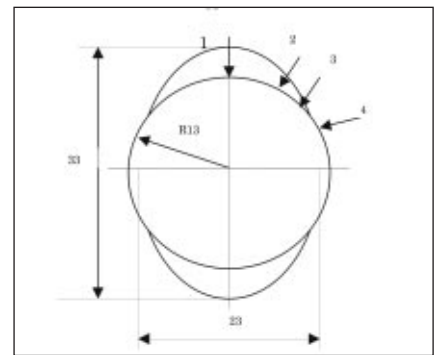




■ 5. ábra. Mért feszültségek a mérési pontokon



■ 6. ábra. A rúd nyomott felülete az ovál üregben



■ 7. ábra. Ovál-kör üregpár

nemcsak a nyomott ív hosszában, hanem a "pi" alakítási ellenállás nagyságában is különbözik. Ha megszerkesztjük az üreg kerülete mentén – a szelvény negyedére vonatkozóan – a nyomott ívek mértékét (3. ábra), akkor látható, hogy a hosszabb nyomott ívhez összességében nagyobb nyomóerő tartozik. A mellékelt diagram már a mért nyomóerőkből számított feszültségeket tartalmazza.

A 4. ábrán látható az ugyancsak Schlegel által szerkesztett, két érzékelővel ellátott oválüreg. Itt a 2 jelű érzékelő az üreg függőleges tengelyének vonalán, az 1 jelű pedig a szelvénykontúr és az üreg vonalának metszéspontjától kissé beljebb helyezkedik el. A rajzon találjuk az üregbe belépő négyzetszelvény kontúrját (négyzet – ovál üregpár). Az ábra méreteiből jól észlelhető az üregrendszerre jellemző nagy szélesedés biztosítására alkalmas üres hely. Az 5. ábrán tüntettük fel a darab átfutásakor mért két feszültség eloszlását. Az ábrából egyértelműen leolvasható, hogy a nagyobb nyomófeszültség a hosszabb befogási ívek megfelelően a 2 jelű érzékelőn, míg a kisebb feszültségek az üreg közepén, azaz a rövidebb nyomott íven ébrednek. A 6. ábrán ugyancsak a nyomott ív szélesség irányú eloszlását szerkesztettem meg.

A 7. ábrán a szerző által készített, négy érzékelővel ellátott kör alakú üreg a belépő oválszelvény kontúrjával együtt látható. Megjegyzem, hogy ez a henger kisméretű, laboratóriumban működő hengerállványba került beépítésre, ennél fogva a hengerátmérő az előbbieknél lényegesen kisebb (D=90 mm) volt. Ezért az érzékelők kialakítása külön bravúros megoldást követelt. A hengerelt anyag a laboratóriumi méretek miatt lágy ötvözetlen ólom volt, amelynek az alakítási szilárdsága az acélok melegehengerlésekor jellemző alakítási szilárdság

viselkedéséhez hasonló (igen kis mértékű keményedés, gyors kilágyulás). Másrészt a darabnak a lehülésével nem kellett számolni. A 8. ábrán látható a négy érzékelő helyén ébredő nyomófeszültségeknek a hozzájuk tartozó nyomott ívek mentén való eloszlása. Ebből az ábrából is egyértelműen megállapítható, hogy a mért feszültségek nagysága arányos a hozzájuk tartozó nyomott ívek hosszával.

#### 4. A nyomófeszültségek eloszlásának elemzése a nyomott ívek hosszának függvényében

Valamennyi, a hengerlési erő meghatározására szolgáló ismert összefüggés tartalmazza a nyomott ívek és a hengerrésben elhelyezkedő darab közepes magasságának hányadosát, mint alapvető geometriai tényezőt, amelytől a hengerrést terhelő, függőleges irányú közepes alakítási ellenállás valamilyen módon függ. Az előző fejezet szerint az üregek egyes helyein különböző nagyságú és tartamú nyomófeszültségek ébrednek, amelyek nyilván összefüggésben vannak a darab magassági irányú méreteivel, az egyes helyekre jellemző nyomott ívek hosszával, továbbá a nyomott felület nagyságának a hengerrésben futó darab teljes felületéhez való viszonyával. Ezen ismert paraméterek szerint elemeztem a felületi nyomófeszültségek nagyságát. A fellelhető kevés kísérleti adat miatt nem vállalkozhattam arra, hogy az adott nyomott ívekhez tartozó nyomófeszültségek ívek szerinti változását meghatározzam, ezért a problémát úgy egyszerűsítettem, hogy a különböző nyomott ívekhez tartozó feszültségeket az ívre vonatkozóan átlagoltam. Ennek birtokában most már ezek értékeit vizsgáltam az adott nyomott ív hosszának függvényében. Tudva azt, hogy a hengerüregben a geometriai viszo-

nyoktól – azaz a mechanikai feszültséget befolyásoló tényezőktől – függő feszültségi állapot elkülöníthető a képlékeny anyag tulajdonságától (alakítási szilárdság), az alábbi viszonzyszámot képeztem, amelyet geometriai tényezőnek neveztem:

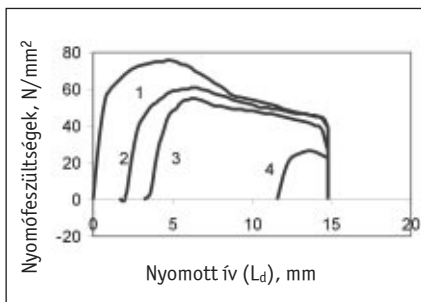
$$z_i = \frac{p_{ik}}{k_{fk}} \quad (1)$$

Ahol  $p_{ik}$  a közepes alakítási ellenállás az adott ív ("i") mentén, N/mm<sup>2</sup>,  
 $k_{fk}$  az anyag alakítási szilárdsága a hengerrésben, N/mm<sup>2</sup>.

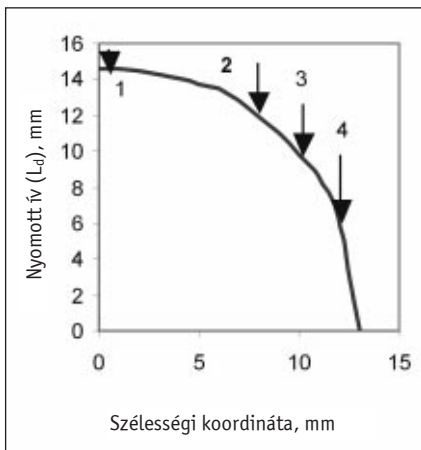
Ennek segítségével a térbeli feladatot részben síkbelire redukáltam. A három említett üregben a mért feszültségekből kiszámítottam az egyes geometriai tényezőket, és különböző empirikus függvénykapcsolatokat kerestem ezen tényezők és a hozzájuk tartozó nyomott ívek  $l$  hossza között. Ezek közül egyértelműen az alábbi függvény tűnt a legmegfelelőbbnek:

$$z_i = 1 + 0,5 \cdot \frac{l_{dk}}{H_k} + 1,6 \cdot \left( \frac{l_{di} - l_{dk}}{H_k} \right) \quad (2)$$

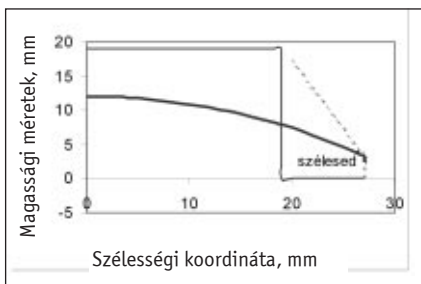
A (2) összefüggés harmadik tagja azt fejezi ki, hogy a hengerrés egy adott keresztmetszetében az alakváltozást kísérő feszültségállapot más-más jellegű attól függően, hogy egy adott pontban milyen mértékű az alakváltozási tenzor. Ahol a henger felülete a darabban már érintkezik, ott a közepes feszültség negatív előjelű, azaz túlnyomóan nyomó jellegű állapot jön létre. Viszont ott, ahol az alakváltozás kényszer hatására jött létre, a feszültségi állapotot jellemző közepes feszültség a kényszer hatására pozitív irányú, azaz húzó jellegű lesz. Ennek következtében ennek a résznek az alakváltozása nyomófeszültségeket gerjeszt a henger által létrehozott alakváltozású részekben. Így ebben a zóna-



■ 8. ábra. Mért feszültségek a méréspontokban



■ 9. ábra. A rúd nyomott felülete a körüregben



■ 10. ábra. A szélesedés hatása a nyomott felületre

ban nagyobb lesz a közepes feszültség annál az esethnél, mint amikor a nyomófeszültségeket csak az alakításhoz szükséges alakítási szilárdság és a súrlódásból származó feszültség határozza meg. Amikor az eddig csak kényszerű alakváltozást szenvedő rész is érintkezésbe kerül a henger üregével, akkor a húzófeszültségekhez már nyomó irányú feszültségek is adódnak. Az így kialakult közepes feszültség kisebb lesz a szomszédos, nagyobb nyomófeszültségeket tartalmazó részekénél, hiszen az alakváltozás egy része még mindig kényszer jellegű. Lényegében az előbbieken bemutatott ábrákon egyértelműen látszik, hogy a hosszabb nyomott ívekhez nagyobb közepes feszültség tartozik.

## 5. Hengerlési erők számítása a közepes nyomófeszültségek alkalmazásával

A hengerlési erő meghatározása a következő sorrend szerint történik. Elsőnek tételezzük fel, hogy nem ismerjük az üregből kilépő szelvény méreteit, csak a belépő szelvény és a szúráshoz tartozó üreg méretei adóttak.

**Első lépés.** Felírjuk az üregbe belépő szelvény-, valamint az üreg kontúrvonalának sík geometriai függvényét. Ezeket a függvényeket elegendő csak a sík negyed részére vonatkozóan megfogalmazni, minthogy a fenti síkgeometriai alakzatok (négyzet, rauta, egy vagy kétívű ovál, kör, torzkör) két szimmetriatengellyel rendelkeznek. Majd a két függvény azonos értékű ordinátájához (a két görbe metszéspontja) tartozó  $x_m$  értéket (az alakváltozási terület szélessége) "n" számú egyenlő részre osztjuk. Így n számú  $b^*$  szélességű részt kapunk, amelyek közepén sorra kiszámítjuk a két előbbi függvényhez tartozó  $y_{be}$  és az  $y_{üi}$  megfelelő magasságokat, és azok különbségét ( $\Delta h_i$ ).

$$\frac{\Delta h_i}{2} = y_{be} - y_{üi} \quad (3)$$

**Második lépés.** Az előbbi követően a henger névleges átmérőinek feléből kivonjuk az üreg hozzátartozó  $y_{üi}$  értékeit, a különbség adja az adott  $x_i$  pontokban a hozzá tartozó hengersugarat.

$$R_i = R_{név} - y_{üi} \quad (4)$$

A (4) és az (5) összefüggésekből kiszámítjuk a sávok közepére érvényes nyomott ívek értékeit.

$$l_{di} = \sqrt{R_i \cdot \Delta h_i} \quad (5)$$

Majd ezekből meghatározzuk a belépő szelvénynek, az üreg metszéspontjait terjedő részének a közepes magasságait, továbbá a nyomott felület közepes nagyságát az alábbi összefüggések szerint. Megjegyezni kívánjuk, hogy az így számított nyomott ív közepes nagysága nem végleges érték, mivel azt a további számítások során a szélesedés még korrigálja. Az előbbi érték csak a szélesedés számításához szükséges.

$$y_{bek} = \frac{\sum_0^{x_m} y_{bei}}{x_m}, \quad y_{ük} = \frac{\sum_0^{x_m} y_{üi}}{x_m}, \quad l_{dk} = \frac{\sum_0^{x_m} l_{di}}{x_m} \quad (6)$$

**Harmadik lépés.** A (4), (5), (6) össze-

függésekből számított értékek birtokában valamelyik ismert módszerrel kiszámítjuk a darab szélesedését az üregben. Ennek számítására napjainkban a legpontosabbnak tűnik a *Shinokura-Takai*-módszer [10]. A szélesedés felével eltoljuk a darab és az üreg kontúrvonalainak metszéspontját, majd a kiszélesedett szakaszt felosztjuk  $b^*$  szélességű sávokra. Ezt követően a (4), (5) és a (6) számú összefüggésekkel kiszámítjuk a szélesebb részre vonatkozó paramétereket, majd a (6) jelű első két összefüggéssel kiszámítjuk a hengerrésben a darab közepes magasságát:

$$h_k = y_{bek} + y_{ük} \quad (7)$$

A fenti számított adatokkal minden egyes nyomott ívhez tartozó közepes geometriai tényezőt a (2) összefüggéssel rendre ki lehet számítani.

**Negyedik lépés.** Az egyes nyomott ívek közül, az adott sávokhoz tartozó geometriai tényezők közül, továbbá a sáv szélességéből, valamint a hengerrésre vonatkozó közepes alakítási szilárdság értékéből adódik a hengerlési erő:

$$F_h = 2k_{\rho} \cdot b^* \cdot \sum_0^n z_i \cdot l_{di} \quad (8)$$

A hengerlési erőnek ezen módon történő számítása minden valószínűség szerint pontosabb értéket ad, mint az eddig ismert szelvénykonvertálással számított adatok. Az előzőekben bemutatott három mérésből csak az utolsó esetben tudtuk a mért hengerlési erőt megadni, minthogy az első két kísérlet leírásakor azt nem közölték. Az itt közölt számítási eljárás nem zárt formájú összefüggéseket tartalmaz, de ma már ezek alkalmazása egyszerű Excel program alapján kevés időt igényel.

## 6. A mért adatok összevetése a számított értékekkel

Az előző fejezetekben részben a szakirodalomban talált mért eredményeket, részben az általunk végzett kísérletek eredményeit összevettem a tanulmányban kidolgozott számítási eljárással kapott adatokkal. Meg kell jegyezni, hogy a Schlegel által ismertett kísérlet adatai nem tartalmazták az anyag alakítási szilárdságát, ezért azt a megadott technológiai paraméterekből a *Hajduk* által ismert

eljárással kiszámítottuk. Ezzel ellentétben az általunk végzett kísérletek során az ólom alakítási szilárdságát Ford-féle mérésel meghatároztuk. Az összevetés eredményei a következők lettek.

Schlegel kísérleteiben a kétféle üregben mért alakítási ellenállásokat elosztottuk a számított alakítási szilárdság értékével (160,08 N/mm<sup>2</sup>), így kaptuk a "z"-vel jelzett mért geometriai tényezőket. Majd ezeket az értékeket összehasonlítottuk az általunk számított értékekkel.

		Mért	Számított	Hiba %
A rauta üregben	Z1	1,326	1,295	2,7
	Z2	2,377	2,483	4,4
Az ovál üregben	Z1	2,629	2,66	1,2
	Z2	1,89	2,01	5,6

Az adatokból megállapítható, hogy a számított értékeknek a mértre vonatkozó hibája 1,2...5,6 % között volt. Ennél pontosabb egyezést mutatott a saját kísérletünk eredményeivel való összehasonlítás, ami nyilván a laboratóriumi körülmények magyarázható.

		Mért, N/mm <sup>2</sup>	Számított, N/mm <sup>2</sup>	Hiba, %
A kör üregben	kk1	58,05	57,52	0,92
	kk2	49,26	50,6	2,8
	kk3	44,21	44,52	0,7
	kk4	20,47	24,08	17,3

Ezekből az adatokból egyértelműen megállapítható, hogy az üreg szélén mért és számított értékek között legnagyobb az eltérés, ami azzal magyarázható, hogy ezen

a helyen a szélesedés alapján számított nyomott ív bizonytalan. Ez azonban az erő számításakor kisebb eltérést adhat, mint-hogy ennek a helynek a részaránya az egészhez viszonyítva kicsi. A laboratóriumi kísérletek során a hengerlési erőt is mértük, így azt össze tudtuk hasonlítani a számított értékkel.

A mért erő: 16,15 kN,

A számított erő: 15,813 kN.

Végül ennek az eljárásnak az értékelése céljából a hengerlési erőt az általában

használt négyszög helyettesítési módszerrel is kiszámítottuk. Az így számított hengerlési erő 13,837 kN-nak adódott. Ebből is látszik, hogy a tanulmányban ismertetett eljárás szerint számított hengerlési erő jobban közelíti a valós értékeket. Azt is figyelembe kell venni, hogy az üzemi körülmények mellett számított erő értéke a tényleges erőtől nagyobb mértékben eltérhet. Mindezek el-  
lenére az itt ismertetett eljárás valószínű-  
leg pontosabb, mint az egyszerű négy-  
szögkonverziós mód-  
szer.

## Szakirodalom

[1.] Geleji, S.: A fémek képlékeny alakításának elmélete. Akadémiai kiadó. Budapest. 1967

- [2] Geleji, A.: Bildsame Formung der Metalle. Theorie, Experiment, Anwendung. Akademie - Verlag. Berlin. 1972.
- [3] Celikov, A.: Lehrbuch des Walzwerksbaus. VEB-Verlag Technik, Berlin. 1957.
- [4] Zouhar, G.: Mittlerer Umformwiderstand in Abhängigkeit von Flächenverhältnisse bei Streckkaliberreihen. Freiburger Forschungshefte. B.52.1960.
- [5] Pawelski, O.; Neuschütz, G.: Der mittlere Umformwiderstand bei wichtigsten Streckkaliberfolgen. Stahl und Eisen. 86 (1966) 21.
- [6] Hensel, A.; Spittel, Th.: Kraft- und Arbeitsbedarf bildsamer Formgebungsverfahren. VED Deutschen Verlag für Grundstoffindustrie. Leipzig. 1978. K.4.5.6.
- [7] Schlegel, Chr.: Spannungsverteilung in verschiedenen Streckkalibern. Dissertation. Bergakademie Freiberg. 1975.
- [8] Gulyás J.: Az acélcsőgyártási technológiák fejlesztése elméleti és kísérleti módszerekkel. Kandidátusi értekezés. 1980.
- [9] Gulyás J.: A hengerüregben keletkező feszültségek eloszlásának meghatározása rúd-csőtermékek hengerlésekor. A Miskolci Egyetem Közleményei. II. sorozat. KOHÁSZAT. 40. kötet. Miskolc, 1998.
- [10] Shinokura, T., Takai, K.: A new method for calculating spread in rod rolling. Journal Applied Metalworking. 1982. p. 94-99.

## Az EUROFER 2008 októberében készült előreljelzése az acélfelhasználó ágazatok teljesítményének alakulásáról az EU-ban 2006 - 2009 között

	Részarány a felhasználásban, %	2007 2006	2008 1n 2007 1n	2008 2n 2007 2n	2008 3n 2007 3n	2008 4n 2007 4n	2008 2007	2009 1n 2008 1n	2009 2n 2008 2n	2009 3n 2008 3n	2009 4n 2008 4n	2009 2008
Építőipar	27	4,1	1,3	0,5	0,3	-0,8	0,3	-3,0	-1,4	-0,1	0,5	-0,9
Acélszerkezet	11	7,6	-0,6	-0,7	1,1	-0,1	-0,1	-1,9	-1,1	0,1	0,9	-0,6
Gépipar	14	8,8	4,2	6,9	1,9	0,8	3,4	-1,0	-1,6	0,2	1,5	-0,2
Autóipar	16	5,6	2,5	3,0	-1,3	-6,1	-0,4	-5,4	-5,5	-2,6	0,0	-3,5
Háztartási gépek	4	3,8	-2,7	3,4	-0,5	-0,3	0,0	-0,6	-1,8	1,2	2,0	0,2
Hajógyártás	1	4,0	1,3	2,8	5,8	0,1	2,2	2,8	0,2	1,4	1,9	1,6
Csőgyártás	12	1,9	-2,2	4,4	0,0	-1,2	-0,7	3,2	-2,0	-0,3	0,8	0,5
Fémtermékek	12	6,1	-0,9	3,5	1,9	0,9	1,3	-0,2	-1,0	0,9	1,2	0,2
Egyebek	3	2,3	1,9	5,7	1,2	0,6	2,4	-0,4	-0,8	1,9	2,5	0,7
Összesen	100	5,3	0,7	2,3	0,6	-1,1	0,6	-1,6	-2,2	-0,2	0,8	-0,8

## Az EUROFER előreljelzése az EU acélfelhasználásának változásáról

Időszak	2007 2006	2008 1n 2007 1n	2008 2n 2007 2n	2008 3n 2007 3n	2008 4n 2007 4n	2008 2007	2009 1n 2008 1n	2009 2n 2008 2n	2009 3n 2008 3n	2009 4n 2009 4n	2009 2008
Látványos felhasználás	3,0	-4,0	0,7	-2,0	-2,9	-2,0	-6,2	-5,9	-0,3	4,4	-2,3
Tényleges felhasználás	4,2	-0,7	1,0	-1,0	-2,3	-0,8	-3,4	-3,6	-1,3	-0,1	-2,1

# PARADIGMAVÁLTÁS AZ ELMÉLETI ÉS GYAKORLATI TÜZELÉSTECHNIKÁBAN, AZ NO<sub>x</sub> SZEREPE

**Az utóbbi évszázad tüzeléstechnikája a fosszilis tüzelőanyagok tüzelésekor viszonylag egységes alapelveket alkalmazott. A távozó égéstermékben az éghető anyagok mennyiségének csökkentése volt a fő szempont. A környezetszennyezés-csökkentés problematikájának előtérbe kerülése alapvetően megváltoztatta a tüzeléstechnikát. Különleges szerepe lett a nitrogén-oxidoknak, amelyek mennyisége a tüzeléssel befolyásolható fizikai és kémiai paraméterektől függ. Ezért köthető a paradigmaváltás az NO<sub>x</sub> füstgáz összetevőhöz.**

## 1. Bevezetés

Az energiaigények kielégítésében – a múltban egyeduralkodóan –, de a jelenben és a jövőben is a fosszilis energiahordozók játsszák a fő szerepet. Az energiaigények jelentős növekedésével nagymértékben növekszik a környezet szennyezése is, elsősorban szilárd és gáznemű komponensekkel. A legfontosabb szilárd szennyezések a salak, a pernye, a korom, a nehézfémek stb., a gázneműek a SO<sub>2</sub>, a NO<sub>x</sub>, a CO<sub>2</sub>, az illó szénhidrogének stb. A legrégebbi harc a pernyekibocsátás és a kén-dioxid ellen kezdődött. Az elmúlt 50 évben elérték, hogy a pernyeemisszió mennyisége elhanyagolható lenne, ha a nagyon kismértékű kibocsátott mennyiséget nem az extra finom frakció jelentené. A kénkibocsátás elkerülésére számos eljárást, leválasztási módszert és tüzeléstechnikai eljárást dolgoztak ki, amelyek sikeresnek nevezhetők. Az egyéb kibocsátásokat szigorú előírások korlátozzák, amelyek követik a technika színvonalát. Az elmúlt évtizedek slágertéma az NO<sub>x</sub> kibocsátás korlátozása volt, de az első vonalból a jelenben már kiszorította az „üvegház gázok” kibocsátásának

drasztikus csökkentési igénye, a globális felmelegedést kapcsolva velük össze, különösen a szén-dioxiddal.

## 2. A paradigmaváltás

A paradigmaváltást mégis a nitrogén-oxidok csökkentési igénye hozta. Nem véletlenül és teljesen logikusan került a tüzeléstechnika középpontjába. A nitrogén-oxid nem egy gáz a sok közül. Az NO<sub>x</sub> olyan füstgázösszetevő, amelynek mennyiségét gyakorlatilag ingyen, a tüzeléstechnikai alapelvek és konstrukciók kisebb módosításával lényegesen lehet csökkenteni, bizonyos esetekben a kénkibocsátás csökkentésével együttesen. Az SO<sub>2</sub> és az NO<sub>x</sub> helyi környezetszennyezők, és az egészségre, továbbá a létesítményekre is károsak. Mindkettő erősen maró savat tud képezni.

SO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O=H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> kénessav

SO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O=H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kénsav

NO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub>O=HNO<sub>3</sub>+1/2H<sub>2</sub> salétromsav

A paradigmaváltást elsősorban az kényszerítette ki, hogy a káros anyagok kibocsátásának elkerülése egyenrangúvá vált a gazdaságossággal, illetve gazdasági tényező lett (a társadalmi szemléletben meg is előzte).

A korábbi tüzeléstechnikai szemlélet elsődleges szempontjai:

- Magas égési hőmérséklet, nagy tüztérterhelés.
- Magas levegőelőmelegítési hőmérséklet, kis légfelesleg, jó kiégés, füstgáz-redukció.
- Kevés elégetlen anyag
- Jól összekeverni a tüzelőanyagot és az égési levegőt (nagy O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>).
- Finomra őrölni a szilárd tüzelőanyagot.

- Kevert láng a gáznál (kék láng), olajnál: porlasztás.
- Salakolvasztó tüzelés (rosszul hűtött ciklon).
- Tüzelőgáz előmelegítése.
- A lángstabilitást magas hőmérséklettel, jó keveredéssel elérni.
- A tüzelőanyag-kiégést magas hőmérséklettel elérni.

Az új tüzeléstechnikai szemléletben a gazdaságos tüzelőanyag-felhasználás igénye mellett gyakorlatilag minden korábbi tüzeléstechnikai szempontot felül kellett vizsgálni. Mindent, de természetesen a tüzelés stabilitásának megőrzése mellett.

Az új tüzeléstechnikai szemlélet szerint a tüzelésnél elsődleges:

- Az égési hőmérséklet csökkentése.
- A tüzelőanyagot és a levegőt az égési szempontokat és a szennyezőcsökkentési szempontokat érvényesítve kell célszerűen (fokozatos) keverni.

## 3. Az új tüzeléstechnikai szemlélet elméleti alapjai

Világszerte rendkívül intenzív és eredményes kutatás-fejlesztés folyt (hazánkban is) az új tüzeléstechnika létrehozására.

A tüzelőanyagok égésével végzett fizika-kémiai kutatások eredményei segítenek megfogalmazni és megoldani a tüzeléstechnikai feladatokat. Az igen mélyreható kutatási eredményekkel az elméleti kérdésekre választ kapunk és a gyakorlati alkalmazás lehetőségét megteremthetjük.

A gyakorlat számára érdekes adatok általában a számos reakció lefolyása utáni végtermékek mennyisége. Ebben az esetben a reakciótermékekből álló gázkeverék már egyensúlyi állapotban van. Ezt a gázkeverék fizikai paramétereitől függő egyensúlyi állandó fejezi ki.

Az izobár-izoterm kémiai egyensúlynak a kémiai reaktorokra alkalmazott alakja egy független kémiai reakcióra:

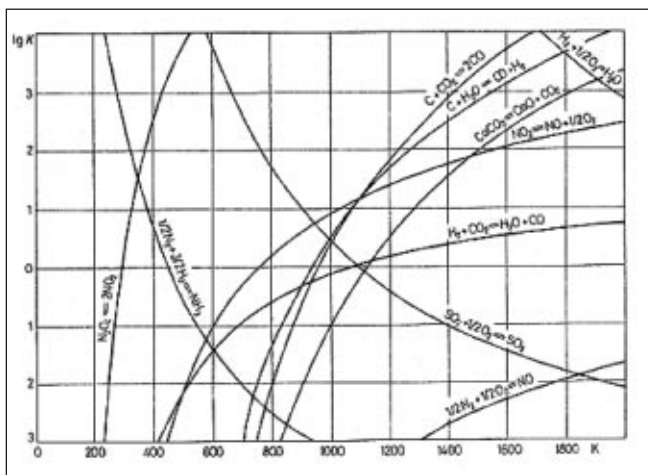
$$[K = \prod_B (a_B)^{\nu_B}]_{p,T}$$

Ahol: K az egyensúlyi állandó,

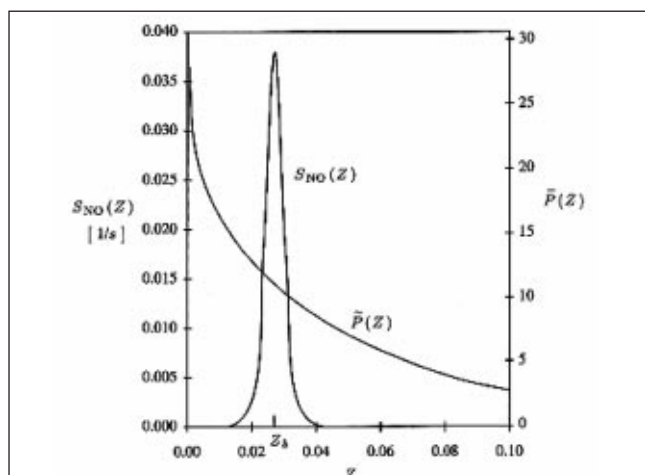
a<sub>B</sub> egyensúlyi állapotban az egyes

**Reményi Károly** 1934-ben született. A Budapesti Műszaki Egyetemen gépészmérnöki és villamosmérnöki oklevelet szerzett. A Csepeli Erőműben, az Erőmű Trösztben és a Villamosenergiaipari Kutató Intézetben dolgozott. A Budapesti Műszaki Egyetemen 1990-től egyetemi tanár volt. Széchenyi-díjas, több szabadalma megvalósult. Reményi Károly az MTA rendes tagja.





■ 1. ábra. A tüzeléskor fontosabb reakciók egyensúlyi állandójának változása a hőmérséklet függvényében [1]



■ 2. ábra. Nem előkevert hidrogén-levegő tüzeléskor az NO reakció lefojlása [2]

komponensek kémiai aktivitása,  $v_B$  sztöchiometriai szám,  $p, T$  állandó nyomás és hőmérséklet. Néhány, a tüzeléstechnikában érdekes reakció egyensúlyi állandójának függése a hőmérséklettől az 1. ábrán látható.

Tüzeléskor egymást követő és párhuzamos reakciók sokasága található, a tüzelőanyag összetételétől és a környezeti gázkomponensektől függően. A legegyszerűbbek:

Égési reakciók	Környezetszennyezők
$C + O_2 = CO_2$	
$C + 1/2 O_2 = CO$	$N_2 + O_2 = 2NO$
$S + O_2 = SO_2$	
$CH_4 + O_2 = CO + H_2 + H_2O$	$2NO + O_2 = NO_2$
$CO + H_2O = CO_2 + H_2$	
$O_2 + 2H_2 = 2H_2O$	

A reakcióknál figyelembe kell venni, hogy a reakció mechanizmusban számos specie is létezik, amelyek közül többnek döntő szerepe van. Elsősorban az utóbbi évtizedekben a figyelem előterébe került nitrogén-oxidok keletkezését meghatározó tényezők szerepét elemezzük. A turbulens tüzelésnél az  $NO_x$  képződés ismeretének gyakorlati jelentősége igen nagy, mert számos fizikai-kémiai paraméterrel befolyásolni lehet. Fel kell használni a gázkeverék különböző helyein az egyensúlyi égés vékony rétegében keletkező NO és a maximális hőmérséklet adatokat. A turbulens égésnél az NO átlagos keletkezési fokát a következő kifejezés adja:

$$\bar{\omega}_{NO} = \bar{\rho} \bar{S}_{NO} = \int_0^1 S_{NO}(Z) \bar{P}(Z) dZ$$

Ahol:  $\bar{\rho}$  átlagsűrűség,  
 $S_{NO}(Z)$  függvény,

a vékony rétegben, szűk tartományban, erős csúccsal rendelkezik,  $Z$  a tömegáram bármely helyén a keverék részarány:

$$Z = \frac{\dot{m}_1}{\dot{m}_1 + \dot{m}_2}$$

A tüzelőanyag és az oxidáló gáz (levegő) tartalmazhat inert gázt, pl. nitrogént. Esetünkben éppen a nitrogén-oxid keletkezése lényeges.

$\bar{P}(Z)$  a turbulens fluxus gradiens transzport (a lángtest belső rétege ( $\delta$ ), tüzelőanyag ( $CH_4=0$ ))

Az egyenletet  $\delta$ -függvény szerint integrálva az NO reakció aránya meghatározható. A 2. ábra hidrogén-levegő keverék reakcióra mutat példát.

Az átlagos reakciófok a maximális hőmérséklet környezetében:

$$\bar{\omega}_{NO} = \bar{\rho} \bar{P}(Z_b) \epsilon S_{NO}(Z_b)$$

Ahol:  $Z_b$  a maximális hőmérsékleti helyen a keverék részarány,  
 $T_b$  a hőmérséklet maximum,  
 $S_{NO}(Z_b)$  a reakció maximuma,  
 $\epsilon$  a keverékben az NO keletkezés helyén a reakciózóna vastagsága.

$$\epsilon = \left( \frac{-2RT_b^2}{Z_b^2 E_{NO} \left( \frac{d^2 T}{dZ^2} \right)_{Z_b}} \right)^{1/2}$$

Ahol:  $E_{NO}$  az NO aktiválási energiája

A várható NO emisszió jellemzésére javasolják az EINO indexet, amely a teljes tömegáramban a keletkezett NO tömegnek a tüzelőáramhoz való arányát adja.

$$EINO \sim S_{NO}(Z_b) \epsilon \left( \frac{L}{d} \right)^3 \frac{d}{u_0}$$

Ahol:  $L$  a lánghossz,  
 $d$  a fúvókaátmérő,  
 $\frac{L}{d} \sim$  állandó

$$Fr = \frac{u_0^2}{gd} \quad \text{így} \quad \frac{L}{d} \sim Fr^{1/5}$$

Mérések szerint uralkodó nehézségi erő esetén a propán láng diffúziós szakaszánál az emisszió index az  $Fr$ -számtól az  $Fr^{3/5}$  függvénye.

A várható  $NO_x$  emisszió:

$$\frac{EINO}{\frac{d}{u_0}} = 22 Fr^{3/5} \left[ \frac{gNO_2}{\text{kg tüzelés}} \right]$$

Metánra az egyensúlyi hőmérsékletgörbét az ábra mutatja. Az  $\epsilon$ -t minden tüzelőanyagra egyenlőnek véve ( $\epsilon=0,109$ ), az  $S_{NO}(Z_b)d/u_0$  a Damköhler-számmal kifejezve

$$\frac{EINO}{\left( \frac{L}{d} \right)^3} \sim \epsilon Da$$

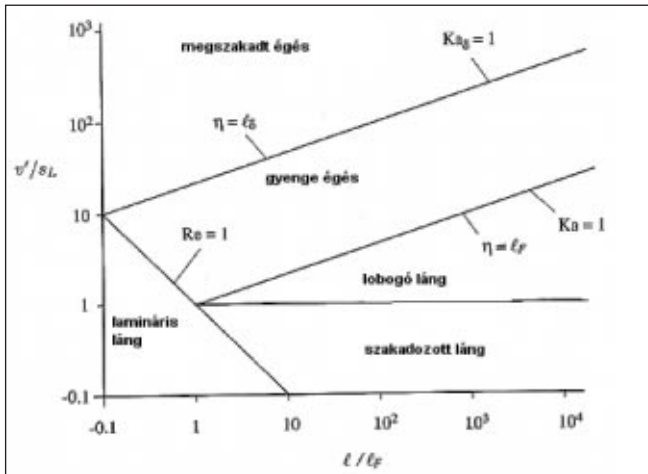
A Damköhler-szám igen jelentős a turbulens tüzeléstechnikában. Az előkevert lángok tartományát mutatja a 3. ábra.

A Damköhler-szám ( $Da$ ) értelmezése szerint a turbulencia idő és a kémiai reakcióidő hányadosa.

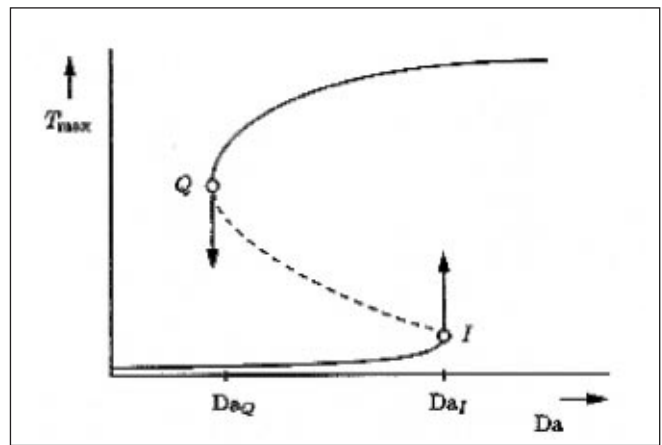
$$Da \equiv \frac{\tau_t}{\tau_c}$$

Például, ha a  $Da \ll 1$ , a turbulencia sokkal gyorsabb, mint a kémia.

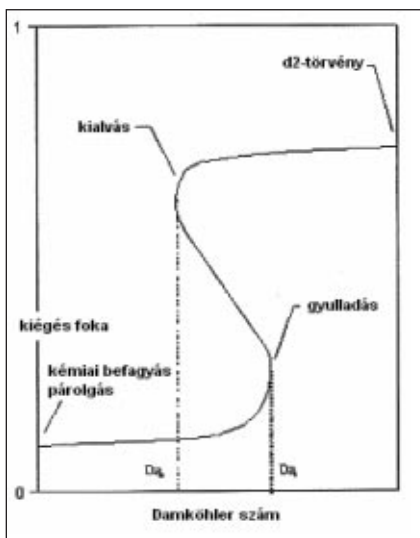
A  $Da$  felírható egyensúlyi és nem-egyensúlyi állapotra.



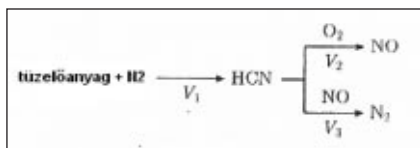
3. ábra. Az előkevert turbulens égés különböző tartománya



4. ábra. Jól kevert turbulens égés esetén a Damköhler szám szerint változó maximális hőmérsékletet mutató "S" görbe [2]



5. ábra. A csepp égésére és a párolgásra jellemző "S" görbe [5]



6. ábra. A prompt NO képződés modellje

$Da_1 = \frac{t_{res}}{\tau}$ $t_{res} = \frac{l_{ref}}{u_{ref}}$ <p>a referencia hossz és a referencia sebesség</p>	$Da_2 = \frac{q_{nc}}{h_0}$ <p>a nem egyensúlyi folyamat energiája és az áram teljes entalpiája</p>
--	---

A Da számot diffúziós turbulens lángra felírva:

$$Da = \chi_{st} \cdot t_c^{-1}$$

Ahol:  $\chi_{st}$  a láng felületén a disszipáció.

Ez paraméterként használható a diffúziós lángok problémáinál. Az előkevert lángokkal szemben itt a „láng” idő egyenlő a kémiai idővel, és így a Da mindig egységgel egyenlő. A turbulens és lamináris égés közötti különbség, hogy független a Reynolds-számtól. A gravitációtól független turbulens diffúziós láng hossza független a Re- és Da-számtól.

Az NO emisszió indexe a pl. H-levegő diffúziós számnál független a Re-számtól, de arányos a Da-számmal.

A diffúziós láng emelkedési magassága független a fúvókaátmérőtől, és közel arányosan növekszik a sugárlépési sebességgel.

A kémia és a turbulencia kölcsönhatás következtében:

- Nő a hőmérséklet az égéshő-felszabadítás növekedése miatt.
- A hőmérséklettel együtt nő a reakció sebessége. A 4. ábra mutatja.

A Da reprezentálja a tartózkodási idő és a kémiai idő arányát. Ezt "S" görbének szokták nevezni. Az alsó rész a lassú reakció a gyulladásig. A Da-szám nő a gyulladásig. Ezután a reakció instabil állapotban nő az ún. kialvási pontig. A felső görbeszakaszon a reakció növekszik és ismét stabil állapotban van.

A Damköhler-szám mind a folyékony, mind a gáztüzelések esetén jól alkalmazható. A tüzelőanyag porlasztmányban a cseppek felületén végbement párolgási folyamat után a gáz-gőz fázisnak az oxigénnel való keveredése történik és az égési folyamat. A csepp égésre a klasszikus d<sup>2</sup> törvényt eglyépéses kémia-kinetikai folyamattal szokták alkalmazni, nagy aktiválási energiával. A Da-szám:

$$Da = \frac{r_s^2}{D_g \cdot \text{reakció-idő}}$$

Ahol:  $r_s$  a cseppátmérő  
 $D_g$  a gázfázisú közeg diffúziós tényezője

A Da függvényében az égési folyamatot az 5. ábra mutatja.

Ha a szénhidrogén nem tartalmaz nitrogénvegyületet, akkor tüzeléskor termikus és prompt NO keletkezik. Ha nagyon ritkán a folyékony szénhidrogén N-vegyületet is tartalmaz, akkor N<sub>2</sub>O is lehetséges az égéstermékben.

A termikus NO az N és O<sub>2</sub> koncentrációnak megfelelő egyensúlyban áll be.

$$\frac{d[\text{NO}]}{dt} = V_{\text{MIT}} = A_1 [N_2]^{1/2} [O_2]^{1/2} \exp\left(-\frac{E_1}{T}\right)$$

Ahol:  $A_1 = 5,74 \cdot 10^{14} \text{ cm}^3 / \text{mol}^{1/2} \cdot \text{s}$   
 $E_1$  = aktiválási energia

A prompt NO a turbulens szénhidrogén lángban N<sub>2</sub>- és HCN reakcióval képződik, és vagy NO-vá oxidálódik, vagy N<sub>2</sub>-vé alakul. A folyamatot a 6. ábra mutatja.

A reakciók:

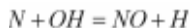
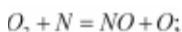
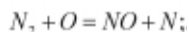
$$V_1 = \rho X_{\text{HCA}}^{0,9} X_{N_2} \exp\left(-\frac{30000}{RT}\right) M_m$$

$$V_2 = \rho (1 \cdot 10^{10}) X_{\text{HCN}} X_{O_2}^h \exp\left(-\frac{67000}{RT}\right) M_m$$

$$V_3 = \rho (3 \cdot 10^{12}) X_{\text{HCN}} X_{NO} \exp\left(-\frac{60000}{RT}\right) M_m$$

Ahol:  $X_i$  (i = tüza, O<sub>2</sub>, HCN, NO) mol frakció  
 $b$  az O<sub>2</sub> mol frakció szerint változó reakció rend

$M_m$  kg/kmol a keverék mol tömege  
 $A_p$  ( $=1 \cdot 10^3$ ) az NO és HCN koncentráció összehasonlítása



Lamináris lángban a Zeldovics-mechanizmust szokták alkalmazni.

Az első reakció a leglassabb, így jó közelítéssel használható. A reakció:

$$\dot{\omega}_{NO} = B C_O C_{N_2} M_{NO} \exp\left(-\frac{T_a}{T}\right) \dots \text{kgm}^{-3} \text{s}^{-1}$$

Ahol:  $C_O$ ,  $C_{N_2}$  az oxigén és a nitrogén koncentráció,  $\text{mol}/\text{cm}^3$

$M_{NO}$  az NO molekula tömege

$B$   $1,9 \cdot 10^{14} \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{s}^{-1}$

$T_a$  aktiválási energia  $38375 \text{ K}$

Turbulens lángnál a termokémiai folyamatnál az  $u$  és  $D$  változást is figyelembe kell venni.

Az  $E$  emissziós tényező:

$$E = \frac{2\pi D^3 \int_0^\infty d\left(\frac{x}{D}\right) \int_0^r \frac{r}{D} \bar{\omega}_{NO} d\left(\frac{r}{D}\right)}{\frac{1}{4} \pi \rho_f u D^2} = \frac{8}{\rho_f u} I$$

Ahol:  $\rho_f$  a tüzelőanyag (gáz) sűrűsége

$$I = \int_0^\infty d\left(\frac{x}{D}\right) \int_0^r \frac{r}{D} \bar{\omega}_{NO} d\left(\frac{r}{D}\right)$$

A kémiai egyensúly és változatlan lánggeometria esetén minden profil független az  $u$ -tól és  $D$ -tól,  $I$ =állandó, és  $E$  a  $D/u$ -val meghatározható.

Egyes esetekben a mérések a képlettől eltérést mutattak.  $L/D$ =állandó esetén, (lánghossz/diffúziós tényező).

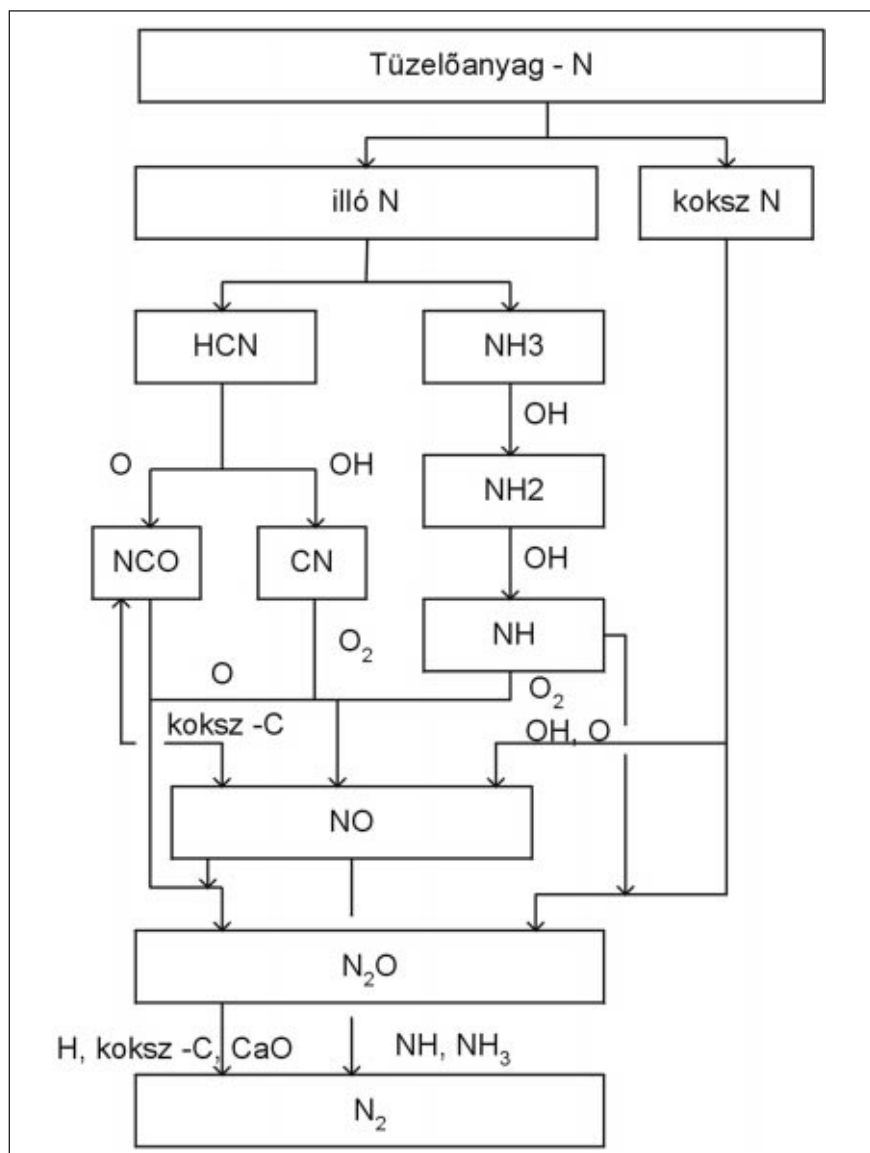
$$\frac{I}{\rho_f} \sim \left(\frac{u}{D}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Mások szerint

$$\frac{I}{\rho_f} \sim Fr^{\frac{3}{5}}$$

Általában megállapítható, ha  $\bar{\omega}_{NO}$  a turbulens lángban a növekvő időtartományban növekszik, az hozzájárul a teljes NO emisszió növekedéséhez.

Ha a tüzelőanyagban nitrogén is található, akkor  $N_2O$  képződéssel is számolni kell. Ez elsősorban mint üvegház gáz jelentős, továbbá a sztratoszféra ózonrétegének



■ 7. ábra. Az  $N_2O$  reakció képződés és bomlás folyamata [6]

szétrombolásában tulajdonítanak neki szerepet. Szénhidrogén tüzeléseknél elhanyagolható, de a teljesség kedvéért egy viszonylag egyszerűsített sémát a 7. ábrán bemutatunk.

Az  $N_2O$  a HCN és  $NH_2$  oxidáló reakciójával NCO és NH radikálok közbenső termékekkel keletkeznek (a reakció mechanizmusra már több ezer lépéses folyamat is található). Az  $N_2O$  mind homogén, mind heterogén közvetlen reakció termékeként keletkezhet.

## Irodalom

- [1] Berecz E.: Fizikai Kémia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1991.
- [2] Peters, N.: Turbulent Combustion, Cambridge, University Press, 2000.
- [3] Sanders, J. P. H. and Gökalp, I.: Flamelet based prediction and scaling laws

NO-formation in turbulent hydrogen diffusion flames Transport phenomena in combustion, Vol. 1. pp. 286., Taylor & Francis, Washington DC, 1996.

- [4] Furuhashi, T., Tanno, S., Miura, T.: Prediction of NO concentration in liquid-fueled gasturbine combustor, Transport phenomena in combustion, Vol. 2. pp. 1318., Taylor & Francis, Washington DC, 1996.
- [5] Dwyer, F. L.: Spherically Symmetric Theory, Princeton University, Princeton, 1997.

- [6] Naruse, I. and Ohtake, K.:  $N_2O$  formation/destruction characteristics and its mechanism in coal combustion, Transport phenomena in combustion, Vol. 2. pp. 1271., Taylor & Francis, Washington DC, 1996.

## Az EUROFER előrejelzései a gazdaság és az acélpiacon 2008-2009. évi kilátásairól

Ismeretes, hogy az acélfelhasználás nagysága és a gazdasági teljesítmény alakulása között szoros összefüggés van, így a világgazdaságban megindult drámai változások hasonló folyamatokat indítottak el az acélpiacon is. Mivel a kialakult globális pénzügyi válság és az azt kísérő gazdasági recesszió mélysége és kimenete egyelőre nem ismert, megbízható közép- és hosszútávú előrejelzések készítésére egyelőre nincs vállalkozó; az Acélpári Világszövetség (World Steel Association, korábbi nevén International Iron and Steel Institute) például, amelynek előrejelzéseit legtöbbször ismerik, ősszel semmiféle előrejelzést nem készített.

Az EUROFER az EU acélpárának szakmai érdekképviseleti szervezete, így – bár globális kitekintést is ad – alapvetően az EU acélpiacon ad rendszeresen helyzetképet és rövidtávú előrejelzést. A legutóbbi helyzetjelentés 2008. október 17-én készült, így már figyelembe vette az addig ismertté vált folyamatokat, fejleményeket. Az alábbiakban röviden összefoglaljuk a helyzetjelentés legfontosabb megállapításait.

A legfontosabb *makroökonómiai adatok* 2006–2009 közötti változását az alábbi táblázat tartalmazza. EU-szinten mind 2006, mind 2007 erős évek számítottak, de már 2008 2. negyedében érezni lehetett a lassulást. 2008 egészére vonatkoztatva a növekedés fele lesz az előző évinek, 2009-re pedig már lényegében stagnálást várunk. Különösen aggasztó a beruházási tevékenység várható visszaesése. Az ipari termelés növekedési indexe májusban kezdett csökkenni; a bizalmi index az év közepe óta erőteljesen csökken. A trendváltást csak 2009 vége felé várják. A pénzügyi válság elhúzódása, ill. elmélyülése ezeket az előrejelzéseket is negatív irányban módosíthatja.

Az *acélfelhasználó ágazatok* teljesítményének alakulását az 5. oldalon látható táblázat mutatja. 2008 első felében még keveset lehetett érezni a lassulásból, ami elsősorban a korábban beérkezett rendeléseknek köszönhető. Ezt követően azonban – főleg az év utolsó negyedében – a csökkenő új rendelésállomány hatása már erősen érzékelhetővé vált, különösen az autópárában, amely az egyik legnagyobb acélfelhasználó ágazat. Összességében 2009 első felére a tovább erősödő visszaesés lesz jellemző, ami legfeljebb az év végére válhat előjelet.

A legnagyobb acélfelhasználó ágazat, az *építőipar* teljesítményét 2008-ban csak a korábban megkezdett projektek áthúzó-dása menti meg a visszaeséstől. 2009-re a beruházások visszafogása, a lakásépítések sújtó hitelválság egyaránt negatív növekedést sugall, ami éves szinten is a teljesítmény csökkenését okozhatja.

A *gépipar* teljesítménye 2008-ban végig növekszik, de az év második felében már csak elhanyagolható mértékben. A beruházások csökkenése és az exportlehetőségek erőteljes beszűkülése 2009 első felére itt is negatív növekedést eredményez, amit az év második felére várt javulás sem tud teljes mértékben ellensúlyozni.

A jelek szerint a válság az *autópárá* sújtja legjobban. Az év első felében tapasztalt növekedést követően a kereslet drasztikusan visszaesett, ami a gyártókat a költségek csökkentésére, a termelés visszafogására és létszámcsökkentésre kényszerítette. Egyes elemzők az eladások 10%-os csökkenését prognosztizálják 2009-re, amiben nagy szerepe van a hitelválságnak és az üzemanyagáraknak. A visszaesés a nehézárműveknél lesz nagyobb.

Az *acélcsőgyártás* 2008-ban közel 1%-kal csökken az előző évhez képest. Ennek fő oka a kisátmérőjű hegesztett csövek iránti kereslet visszaesése, különösen az építőiparban használatos termékeknél. A nagy átmérőjű hegesztett csövek és a varratmentes csövek esetében jobb a helyzet, mivel az energetikai szektor növekedése az év közepéig dinamikus volt. Az olajárak csökkenése és a gazdaság általános visszaesése azonban itt is érezteti hatását.

2009-re összességében alig érzékelhető növekedést várnak.

Az acélfelhasználó ágazatok teljesítménye alapján számított *látszólagos és tényleges acélfelhasználás* EUROFER által becsült adatai szintén az 5. oldalon találhatóak. A kettő között az a különbség, hogy a látszólagos felhasználás számításánál figyelmen kívül hagyják a raktárkészletek változását, tehát az adatok alapvetően az acélpárá adott évi szállításait tükrözik; a tényleges felhasználás esetében a raktárkészletek csökkenését vagy növekedését is figyelembe veszik.

Az acélpárá számára rövid távon ennek megfelelően a látszólagos felhasználás alakulása fontosabb (sok esetben csak ezt az adatot teszik közzé, hiszen a raktárkészletek változásának követése nehéz feladat), ugyanakkor a tényleges acélfelhasználás alakulása jobban összefüggésbe hozható a felhasználó szektorok aktivitásával.

A látszólagos és tényleges acélfelhasználás változása között ugyan nagyságában jelentős különbségek is előfordulnak az adatok között, a változások előjele azonban lényegében mindig azonos. Egyértelmű csökkenés mindkét mutató esetében 2008 második felétől tapasztalható; a javulás jelei csak 2009 második felében jelennek meg.

Összességében az várható, hogy az EU acélfelhasználásának 2002 óta tartó növekedése 2008-ban és 2009-ben csökkenésre változik. Az acélpárá vállalatok érzékelik ennek következményeit, és a hatásokat a termelés visszafogásával, a költségek erőteljes csökkentésével próbálják meg ellensúlyozni; erre vonatkozóan a külföldi és hazai sajtóban számos hír jelent meg a közelmúltban.

 Tardy Pál

	Éves növekedés, %			
	2006	2007	2008	2009
GDP	3,0	2,7	1,3	0,2
Lakossági felhasználás	2,0	2,0	0,8	0,4
Állami felhasználás	1,8	2,0	1,5	1,5
Beruházások	5,7	5,0	1,5	-1,0
Gépipari beruházás	5,7	6,5	1,9	-1,2
Építőipari beruházás	5,0	3,5	0,5	-1,5
Export	9,3	5,3	4,0	2,5
Import	9,0	5,0	3,3	2,2
Munkanélküliségi ráta	8,7	7,6	7,1	7,4
Infláció	2,0	2,2	3,5	2,6
Ipari termelés	3,9	3,6	1,1	0,4



GERGELY GRÉTA – GÁCSI ZOLTÁN

## A Si morfológiájának jellemzése a módosított Al-Si ötvözetekben

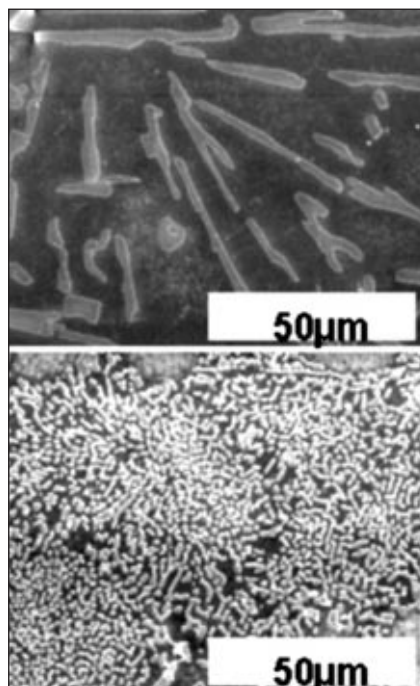
**Az öntészeti Al-Si ötvözetek olvadékezelési eljárásainak egyike a módosítás, amelynek jelentős szerepe van a végtérkép (mechanikai) tulajdonságaival kapcsolatban. A módosítás hatékonyságának vizsgálatára több eljárás is ismert, azonban ezek nem adnak minden esetben objektív, pontos eredményt. A módosítás sikerességének minősítésére alkalmas, általunk kidolgozott módszert két eljárás, az etalonképekkel történő összehasonlításnak és a morfológiai paraméterek mérésének integrálásával alakítottuk ki. A módszer viszonylag egyszerű, nem igényel sok mért és megbízható eredményt ad.**

### Bevezetés

Az öntészeti ötvözeteknek fontos csoportját alkotják az alumínium-szilícium ötvözetek. Az Al-Si ötvözeteknek a hétköznapi felhasználhatósága sokszor az eutektikus Si módosításának sikerességétől függ. A módosítás az egyik legelterjedtebb eljárás, amelyet az Al-Si ötvözeteken végrehajtanak. Ennek során a hozzáadott anyagok: Na, Sb, Sr hatására a Si morfológiája gömbszerűre változik és a mechanikai tulajdonságok javulnak (1. ábra) [1]. A nem módosított ötvözetben az eutektikus Si tűszerű, azonban a valóságban lemezes, míg a módosított Si gömbszerű. A lemezes Si feszültséggyűjtő helyé válik és könnyen törést okozhat.

Módosítás során az eutektikus szerkezet finomabbá válik, a Si gömbszerűbb lesz, így hozzájárul a nagyobb szakítószilárdsághoz, nyúláshoz és a nagyobb alakíthatósághoz [2, 3]. Abban az esetben, ha a módosító elemektől eltekintünk, a Si szemcsék finomodása akkor is bekövetkezhet, ha például nagy hűtési sebességet alkalmazunk. Teljes módosítás azonban nem hozható létre csak a hűtési sebesség növelésével, így szükség van a módosító anyagok hozzáadására is. Ezeket az anyagokat az ötvözethez megfelelő mennyiségű mesterötvözetek formájában adják a jól módosított szerkezet elérése érdekében.

A módosítás sikerességét az öntészeti gyakorlatban a termikus analízis során

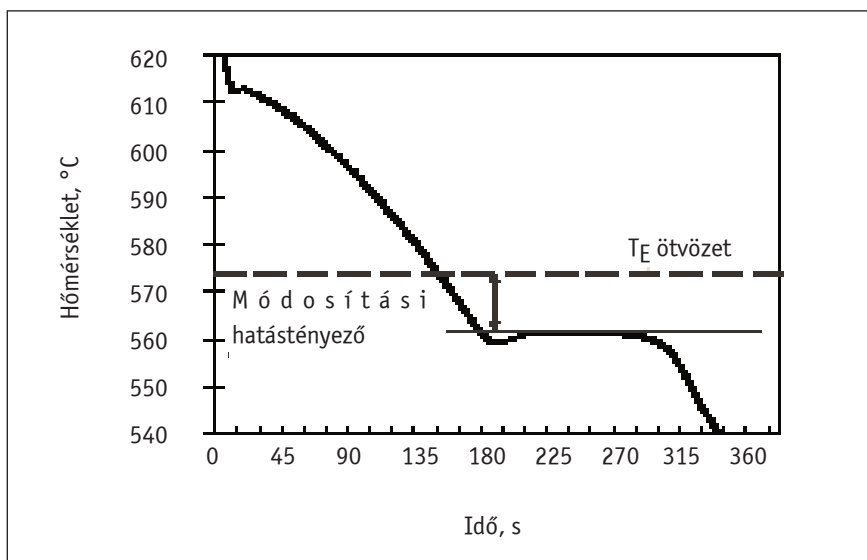


**1. ábra.** SEM felvételek: a) nem módosított, b) módosított szövetszerkezet

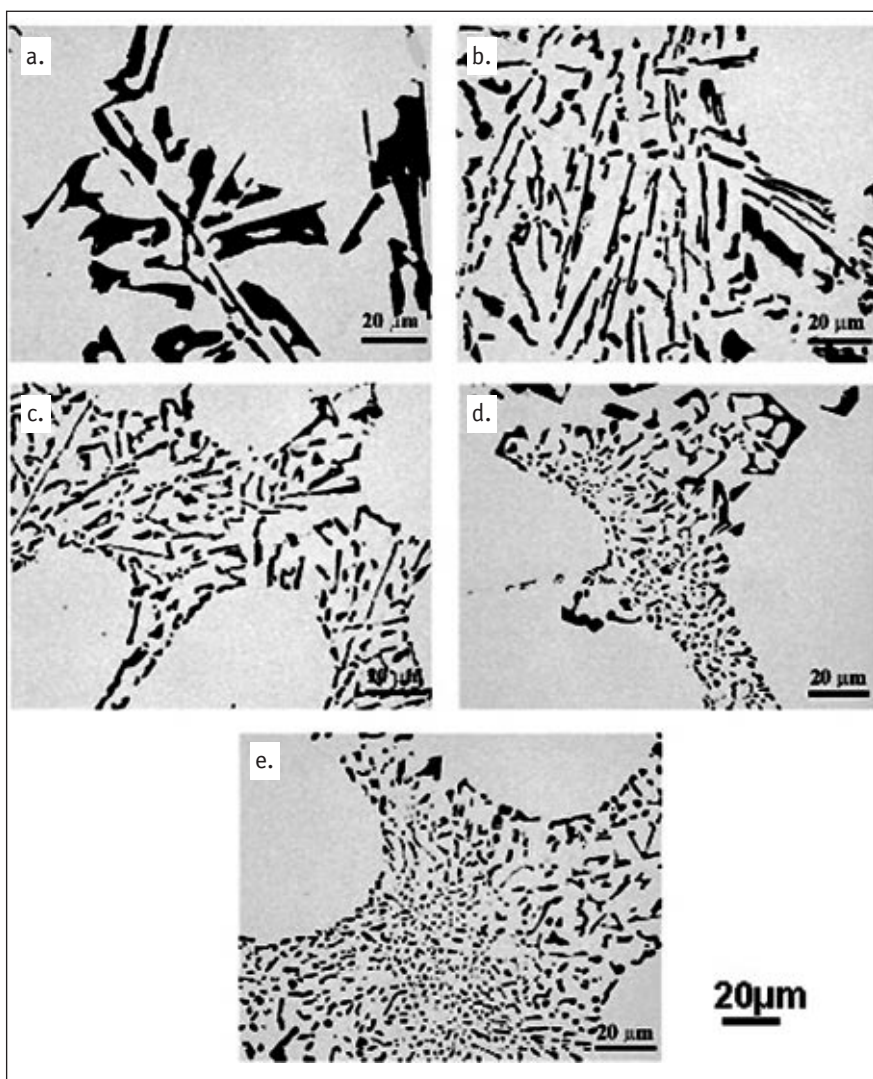
**Gergely Gréta** 2005-ben a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának anyagmérnöki szakán szerzett anyagtechnológia-hulladékgazdálkodás, majd 2007-ben minőségbiztosítás területen egyetemi diplomát. 2005 szeptemberétől a Miskolci Egyetem Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskolájának hallgatója. Doktori (PhD) témája: Al-Si ötvözetek szövetszerkezetének vizsgálata.

**Gácsi Zoltán** 1974-ben szerzett a Nehézipari Műszaki Egyetemen kohómérnöki diplomát, kohásztechnológia szakon. 1974-től tudományos ösztöndíjas gyakornok, 1975-től tanszéki mérnök, 1979-ben szerezte doktori fokozatát, 1993-ban lett a műszaki tudomány kandidátusa, 2003-ban habilitált. 1988-tól egyetemi adjunktus, 1994-től egyetemi docens, 2004-től a Miskolci Egyetem Anyagtudományi Intézetének egyetemi tanára s az MTA doktora. Jelenleg a Műszaki Anyagtudományi Kar dékánja. Érdeklődési területei: fémkompozitok előállítása, szerkezetvizsgálat, számítógépes képfeldolgozás és képelemzés.

meghatározott módosítási hatástényező alapján, illetve etalonképekkel történő összehasonlítással végzik. A módosítási hatástényező („Veredelung-V”), az eutektikum tényleges megszilárdulási maximum hőmérsékletéből és az adott ( $T_E$ , ötvözet) ötvözetre számolt eutektikus hőmérsékletből számítható (2. ábra) [4]. Módosítottnak, azaz megfelelőnek minősítenek egy öntvényt, ha a módosítási hatástényező nagyobb vagy egyenlő 8. Ennek alapján megállapítható a módosítás ténye, azonban annak fokáról, azaz az eutektikus Si morfológiájáról információ nem nyerhető. Ebben a cikkben a módosítás kategorizálására adunk javaslatot, amelynek a segítségével nemcsak a módosítás ténye dönthető el, de a Si morfológiája is jellemezhető.



■ 2. ábra. A módosítási hatástényező értelmezése



■ 3. ábra. Optikai mikroszkópos felvételek különböző Sr-tartalom esetén: a. 8 ppm Sr, nem módosított (D1), b. 38 ppm lamellás mikroszerkezet (D2), c. 56 ppm részlegesen módosított mikroszerkezet (D3), d. 72 ppm módosított szerkezet (D4), e. 96 ppm nagyon finom szerkezet

## Módszer

Djurdjevic és társai [5] konkrét javaslatot tettek a módosított „on-line” meghatározására. Az általuk már kialakított eljárás és az Amerikai Öntészeti Szövetség (AFS) Al-Si ötvözetek módosítását minősítő táblázatának (Chart for Microstructure Control in Hypoeutectic Aluminium Silicon Alloys table) [6] integrálására alapoztuk a kategorizálási rendszer létrehozását. Ennek során a Djurdjevic és társai féle (3. ábra) (D sorozat-D1, D2, D3, D4, D5) és az amerikai öntészeti szövetség táblázatának szövethékeit /AFS sorozat-AFS1 (nem módosított), AFS2 (lemezes), AFS3 (részlegesen módosított), AFS4 (nem lemezes), AFS5 (módosított)/ mint etalonképeket használtuk fel és mértük meg a jellemzőiket. A szövethékeken a Djurdjevic és társai [5] által alkalmazott (terület, hosszúság, kerület, nyújtottság és ekvivalens körátmérő – lásd később: hivatkozott paraméterek), valamint a képelemzéssel foglalkozó szakirodalom alapján kiválasztott paramétereket (terület, konvex terület, körszerűség, kitöltöttség, kitöltetlenség – lásd később: saját paraméterek) mértük meg. A saját paraméterek és a hivatkozott paraméterek között volt azonos: terület, ekvivalens körátmérő; és különböző, amelyek az alábbiak voltak:

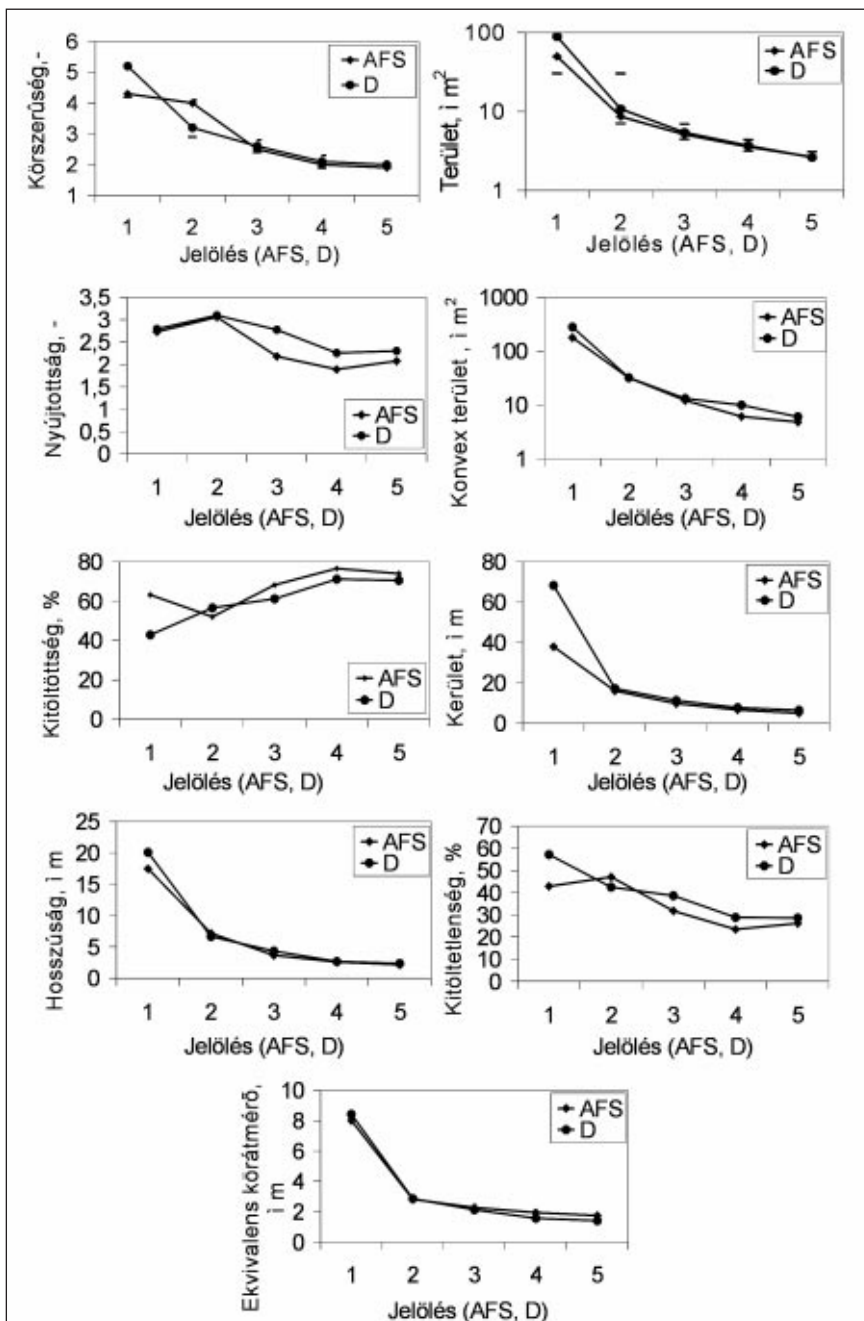
1. Konvex terület: a mérendő objektumokat (Si) konvex burokkal vesszük körbe, s ennek a területét határozzuk meg. Amennyiben az objektumok (Si) belsejében nincsenek lyukak, illetve a határfelületen kevés konkáv beszögellés található, a terület és a konvex terület egymáshoz nagyon közel található.
2. Körszerűség-R: abszolút, az objektum (Si) alakjára jellemző paraméter. Ez a paraméter a körtől való eltérést mutatja. Értéke kör esetén 1. Amint egy adott területű objektumnak nagyobb a kerülete, mint egy ugyanolyan területű körnek, vagyis a határvonala nem körszerű, az adat egyre nagyobbá válik. Értelmezése:

$$R = \frac{P^2}{4\pi A} \quad (1)$$

ahol: P: az objektum kerülete, A: az objektum területe

3. Kitöltetlenség-V<sub>r</sub>: az objektumok (Si) köré írható körből nem elfoglalt terület.

$$V_r = \frac{A_K - A}{A_K} \quad (2)$$



4. ábra. AFS és D sorozat szövetképein mért paraméterek eredményei

ahol:  $A_k$ : az objektum (Si) konvex területe,

$A$ : az objektum (Si) területe

4. Kiterítettség- $F_r$ : az objektumok (Si-szemcsék) köré írható körből elfoglalt terület.

$$F_r = 100 - V_r \quad (3)$$

#### A mérési eljárás

A módosítás sikerességének minősítésére szolgáló eljárás tesztelésének és hatékonyságának vizsgálata érdekében a kis-

nyomású öntészetben közkedvelt A356-os ( $\text{Al7Si0,3Mg}$ ) ötvözetből termikus analízis vizsgálatra alkalmas mintákat öntöttünk. A lehülési görbe felvételére alkalmas próbákat egyben a morfológiai mérésekhez és a spektrométeres elemzésekhez is felhasználtuk.

Az olvasztáshoz MR100-2,4 típusú indukciós kemencét használtunk. K típusú hőmérővel mértük az olvadék hőmérsékletét, ami 135 perc alatt érte el a  $780^\circ\text{C}$ -ot. Ezután az olvadékot lecsapoltuk és hűtőtartás céljából áttöltöttük egy elektromos fűtésű kísérleti kemencébe, amely

egyfázisú 230 V-os hálózatról működött. Ebben 30 percig hűn tartottuk az olvadékot. Az alapanyag olvasztása így gyakorlatilag 165 percet vett igénybe. Ezután 0 (1. minta); 15 (2. minta); 30 (3. minta); 60 (4. minta); 120 (5. minta); 180 (6. minta); 240 (7. minta); 300 (8. minta); 360 (9. minta) percenként mintát vettünk az olvadékból. A lehülési görbéket MK TA100 típusú berendezés segítségével határoztuk meg, amelyben  $0.1\text{mm}$  K típusú cromel-alumel köpenyhőelem segítette a lehülési görbék felvételét.

#### Eredmények

##### Irodalmi adatok feldolgozása

A szövetképeken történő mérések eredményei a 4. ábra összesítő diagramjain láthatóak. A grafikonokon a pontok egy-egy szövetképen mért paraméter átlag értékének felelnek meg. Ettől függetlenül a pontokat mégis összeköttöttük, mert azt szerettük volna szemléltetni, hogy a sorozatok szövetképei a módosítási folyamat egyes lépéseit ábrázolják.

A különböző paramétereket ábrázoló diagramok közül mind a D, mind az AFS sorozat esetében a terület, konvex terület, a kerület és a hosszúság görbék lefutása nagyon hasonlóan mutatkozott. Természetesen ezeknek a jellemzőknek mindegyike mást és mást jelent, a módosítási folyamat jellemzésének szempontjából új információt egymáshoz képest mégsem tartalmaznak, ráadásul mindegyik paraméter a vizsgált Si-szemcsék méretének jellemzője. Ez alapján megállapítottuk, hogy a felsorolt paraméterek mindegyikének alkalmazása szükségtelen a módosítás sikerességének minősítéséhez, elég közülük egynek a felhasználása. Az eredmények vizsgálata után választásunk a területre esett, mert ez nem számított és nem származtatott paraméter, Djurdjevic és társai szerint is fontos és a morfológiai mérésekkel kapcsolatos szakirodalom alapján is kiemelkedően lényeges jellemző. Mindezek mellett a gyakorlatban egy üzem esetén nem utolsó szempont, ha ismeri a Si-szemcsé méreteit az előállított öntvényben.

A hivatkozott és a saját paraméterek másik csoportja az alakra jellemző információt biztosítja. Ide tartozik a nyújtottság, a kiterítettség, a kiterítetlenség és a körserűség. A kiterítettség és a kiterítetlenség közvetve a területből, illetve



1. táblázat. Módosítás minősítési táblázat

Jelölés (AFS sorozat)	Mért értékek		Szövetképek (Djurdjovic és társai)	Jelölés (D sorozat)	Mért értékek		A módosítás minősítése	Javasolt intervallum	
	Terület ( $\mu\text{m}^2$ )	Körsze- rűség			Terület ( $\mu\text{m}^2$ )	Körsze- rűség		Terület ( $\mu\text{m}^2$ )	Körsze- rűség
AFS_1	49.9	4.2		D_1	89.2	5.2	Lemezes	>30.5	>4.2
AFS_2	8.6	4.0		D_2	10.8	3.2	Tűs	30.4-7.1	4.1-2.9
AFS_3	5.1	2.5		D_3	5.5	2.6	Szálas	7.0-4.5	2.8-2.4
AFS_4	3.6	2.0		D_4	3.7	2.1	Részen szálas	4.4-3.2	2.3-2.0
AFS_5	2.7	1.9		D_5	2.6	2.0	Finom szemcsés	3.1>	1.9-1.0

egymásból származtathatók, így habár megfelelően tükrözik a módosítás egyes lépéseit, felhasználásuk ezeknek sem indokolt. A nyújtottságot és a körszerűséget ábrázoló görbék jól tükrözik a szövetképeken látható morfológiai változásokat. Mindkét paraméter alkalmazása azonban itt is szükségtelen. Választásunk a kettő közül azért esett a körszerűsége, mert a Si-szemcsék módosításánál a gömb, kör alakhoz való közelítés a cél.

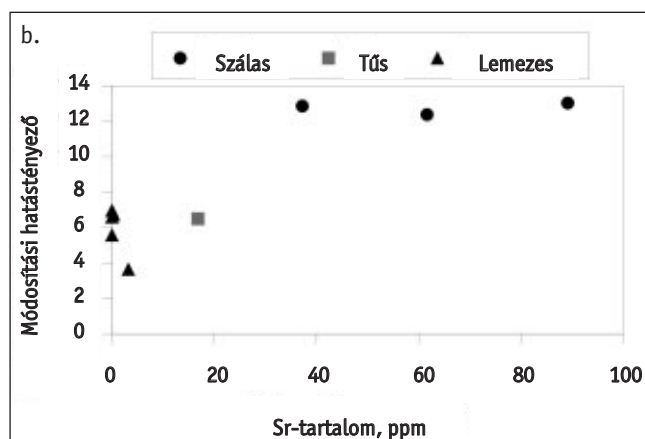
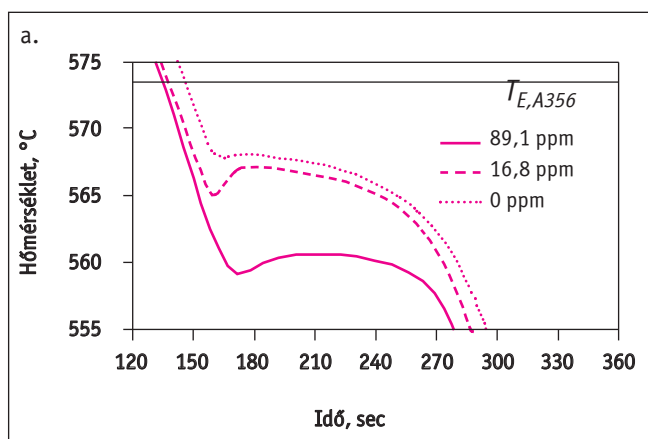
A mérési eredményeket egy táblázat (1. táblázat) formájában a szövetképekkel összepárosítottuk, elláttuk őket jelöléssel és a szövetképpárokat besoroltuk a módosíthatósági szintjüknek megfelelően különböző, általunk megválasztott névvel jelölt kategóriába, amelyet a „módosítás kategóriája” címmel jelöltünk a táblázatban. A tabella megkönnyíti a mérési eredmények feldolgozását, mindezek mellett, a célként megfogalmazottaknak megfelelően, részét képezi a gyors, megbízható módosítás minősítési rendszernek.

## Mérések

2. táblázat. Öntött minták összegzett adatai és minősítése

Minták	Idő, sec	Sr, ppm	Módosítási hatástényező	Terület, $\mu\text{m}^2$	Körszerűség	Minősítés
1	0	89,1	13,0	5,2	2,4	Szálas
2	15	61,6	12,3	7,0	2,7	Szálas
3	30	37,2	12,9	6,7	2,8	Szálas
4	60	16,8	6,5	29,4	4,0	Tűs
5	120	3,2	3,7	38,5	5,3	Lemezes
6	180	0,3	6,8	79,4	5,4	Lemezes
7	240	0	6,6	66,7	6,8	Lemezes
8	300	0	6,9	78,6	6,9	Lemezes
9	360	0	5,6	79,4	6,9	Lemezes

A lehülési görbék felvételére alkalmas próbatestek öntését megelőzően a termikus analízist végző készülék programozása során megadtuk az ötvözetre jellemző eutektikus hőmérsékletet ( $T_{E, A356}$ ). Ez gyakorlatilag az Al-Si binér fázisegyensúlyi diagram eutektikus hőmérsékletéből ( $T_{E, Al-Si}$ ) számítható az ötvözet vas-, magnézium- és réztartalmának függvényében, ugyanis ezek az elemek különösen befolyásolják az eutektikus hőmérsékletet. Ennek értelmében az elemek tömegszázalékban megadott értékét ( $x^{\text{Fe}}$ ,  $y^{\text{Mg}}$ ,  $z^{\text{Cu}}$ ) egy



5. ábra. a. 1. (89,1 ppm), 4. (16,8 ppm) és 9. (0 ppm) minta lehülési görbéje, b. Módosítási hatástényező az Sr-tartalom függvényében





**6. ábra.** Szövetképek a termikus analízis során készített próbatestek csiszolatairól:  
a. Szálas (2-es minta: Sr: 89,1 ppm), b. Tűs (4-es minta: Sr: 61,6 ppm), c. Lemezes (8-as minta: Sr: 37,2 ppm)

korrekciós hőmérséklettel megszorozva kell felhasználni az ötvözet eutektikus hőmérsékletének meghatározásakor, ami 1% vas esetében  $1,8\text{ °C}$  ( $1,8x^{\text{Fe}}$ ), 1% magnéziumnál  $11,0\text{ °C}$  ( $11,0y^{\text{Mg}}$ ) és 1% réznél  $2,5\text{ °C}$  ( $2,5z^{\text{Cu}}$ ) [4]:

Ennek megfelelően az A356 ötvözet esetében az eutektikus hőmérséklet ( $T_{E, A356}$ ) a kétalkotós fázisdiagram eutektikus hőmérsékletének ( $T_{E, \text{Al-Si}}$ ) ismeretében a következőképpen számítható [4]:

$$T_{E, A356} = T_{E, \text{Al-Si}} (1,8x^{\text{Fe}} + 11,0y^{\text{Mg}} + 2,5z^{\text{Cu}}) \quad (4)$$

A képlet alapján az A356-os ötvözet esetében 0,09% Fe-, 0,3% Mg- és 0,001% Cu-tartalomnál az eutektikus hőmérséklet ( $T_{E, A356}$ )  $573,54\text{ °C}$ .

Ezután a módosítási hatástényezőt határoztuk meg az eutektikum tényleges megszilárdulási maximum hőmérsékletéből – amely a hűlésgörbék ismeretében meghatározható – és az ötvözetre jellemző eutektikus hőmérsékletnek a különbségéből (2. táblázat). A hűlésgörbékkel, valamint a morfológiai mérésekkel kapcsolatos megállapítások kiegészítésének érdekében meghatároztuk a próbatestek stronciumtartalmát.

Ennek vizsgálata spektrométerrel történt (2. táblázat). A Sr-tartalom időbeni gyors csökkenése nem véletlen. Kísérletünk során indukciós kemencében végeztük az olvasztást, ugyanis az volt a célunk, hogy olyan próbasorozatot készítsünk, amelyben figyelemmel kísérhető az idővel egyre inkább csökkenő stronciumtartalom, amelynek következtében a módosítottság mértéke is egyre alacsonyabb. Az

elemzéses eredmények összhangot mutattak a lehülési görbék alapján megállapítottakkal, amelyek szerint az 1-3 mintában a Sr-tartalom a szakirodalomnak is megfelelően elegendő a módosításhoz, azonban az időben később öntött mintákban már nem. A stronciumtartalom és a lehülési görbék együttes vizsgálata során szembetűnt, hogy a stronciumtartalom csökkenésének függvényében a túlhűlés gyakorlatilag eltűnt, a minták eutektikumának tényleges megszilárdulási hőmérséklete pedig egyre inkább közelített az ötvözetre számított eutektikus hőmérsékletéhez ( $T_{E, A356}$ ) (5. ábra. a.).

A lehülési görbék felvételének céljából öntött próbatesteket nemcsak a görbék felvételére és a spektrométeres mérésekre használtuk fel, hanem ezekből csiszolatokat is készítettünk, amelyeken a módosítás kategorizálásához szükséges morfológiai paraméterek mérése is megtörtént. Minden csiszolaton tíz véletlenszerűen kiválasztott látómezőben képelemzővel történt a mérés, amelynek során meghatároztuk a próbatestekben található eutektikus Si-szemcsék átlagos körszerűségét és területét (2. táblázat). Az adatokból megállapítottuk, hogy az 1-3 minták szálas, a 4-es minta tűs, míg az 5-9 minták a lemezes kategóriába tartoznak (5. ábra. b.). A mintákról egy-egy jellemző szövetképet a 6. ábra mutat.

### Összefoglalás

Kimutattuk, hogy a Si-szemcsék módosításának jellemzéséhez mind a termikus analízisből nyert módosítási hatástényezőre, mind a szövetszerkezet alapján tör-

tendő kategorizálásra szükség van. Megállapítottuk, hogy a termikus analízisből nyert, az öntészeti gyakorlatban alkalmazott módosítási hatástényező elégséges a módosítás sikerességének megállapításához, de nem elegendő a módosítás minőségének pontos jellemzéséhez. Igazoltuk, hogy az eutektikus Si-szemcsék módosításának jellemzése a Si-szemcsék átlagos területe és körszerűsége alapján lehetséges. A szakirodalomban és az amerikai szabványban használatos szövetképeket, mint etalonképeket használva meghatároztuk az egyes kategóriákra jellemző paraméter-intervallumokat. Ezek alkalmazásával egyszerűen eldönthető a módosítás sikerességének mértéke.

### Irodalom

- [1] Shahrooz Nafisi, Reza Ghomashchi: Materials Science and Engineering A415, pp.273-285. 2006.
- [2] S.S. Sreeja Kumari, R. M. Pillai, B. C. Pai: Materials Science and Engineering A 460-461, pp.561-573. 2007.
- [3] M. Lebyodkin, A. Deschamps, Y. Bréchet: Materials Science and Engineering A 234-236, pp.481-484. 1997.
- [4] MK TA 100 Thermoanalyse-System: Thermocouple Test Certificate, www.mk-gmbh.de
- [5] M. Djurdjevic, H. Jiang, J. Sokolowski: Materials Characterization 46, pp. 31-38. 2001
- [6] American Foundry Society (AFS): Chart for Microstructure Control in Hypoeutectic Aluminium Silicon Alloys, 1984

## A vas a régi Kína mindennapjaiban\*

*Kínáról az iskolában és a főiskolán általában csak keveset tanulunk. Mielőtt a témát tárgyalnánk, néhány adatot kell leközlönnünk a középső birodalom vas- és acélkohászatának történetéből. Ez a történet számunkra annál is érdekesebb, mivel a fejlődés a földnek ezen a részén teljesen más lefutású volt, mint nálunk. Először azért, mert ott a vaskorszak később kezdődött, de azután a vas előállításának és a megmunkálásának technikája sokkal gyorsabban fejlődött, mint a nyugati világban. Másodszer azért, mivel Kínában a technika továbbfejlesztése más útra terelődött.*

### Korai fejlődés délkeleten

A vaskohászat Kínában későn vette kezdetét, mindenekelőtt a szubkontinens középső és délkeleti részén. Bár fennmaradt három vaspenge a Shang-dinasztia uralkodásának késői időszakából (Kr. e. 12-11. sz.), de mindegyik meteorvasból készült, és bronznyélbe erősítették.<sup>1</sup> Kínában vasat először a Kr. e. 7. században nyertek ki ércből emberi munkával – tehát kb. négy évszázaddal később, mint nálunk.

Másrészről a vaskohászat miért a középső és délkeleti „barbár-országban” fejlődött ki a kínai szubkontinensen, és nem északon, a magas civilizációjú Han-fejedelemségben, a Sárga-folyónál, ahol a késői Xia-dinasztia (azaz a Kr. e. 18. sz.) óta kitűnő bronzkohászat jött létre? Nos, a bronzot északon elsősorban fegyverek előállítására, másrészt pedig szimbólumokkal ellátott tárgyakhoz, például áldozati edényekhez (1. ábra) használták, amelyek az államhatalmat reprezentáló rítusokhoz kellettek.

Ez azt jelenti, hogy a Shang- és a Zhou-birodalomnak mind a katonai, mind az ideológiai hatalma erősen függött a bronz ilyen célú alkalmazásától. A bronz előállítását szigorúan ellenőrizték, és az – amint az archeológia mutatja – néhány nagy központra koncentrált, ilyen rézbányászati és -öntészeti centrum volt pl. Tonglűshanban (Hubei tartomány). A csatabárdot, amely a kínai bronzkor fő fegyvere volt, már a hadsereg részére való tömeggyártásra, azaz az államhatalom szol-

gálatára tervezték. Ezzel szemben – és itt jutunk el a mindennapokhoz – semmilyen mezőgazdasági szerszámot nem állítottak elő bronzból: más szóval a nagy fejlettségű államhatalom északon egy paraszttársadalmon uralkodott, amely a munkaeszközeit illetően még a kőkorszakban élt.

### Hatalom és technológia

A bronztechnológia az Észak extrém hierarchikus kultúrkörében jött létre, és csupán lassan diffundált a „barbár”, kevésbé centralizált kultúrákba, amelyek a Jangcétól délebbre alakultak ki. Ott a termelési egységekben, amelyek kisebbek és közvetlenebbül a felhasználókhöz kötöttek voltak, a bronztechnológia új irányokban fejlődött tovább: délkeleten használták a bronzot első alkalommal mezőgazdasági eszközök előállítására.

Először a rézkemencéket üzemeltetők a vasat is csak hulladékterméknek tekintették, mint a salakot, és a vas „feltalálása” valószínűleg arra a megállapításra megy vissza, hogy meghatározott feltételek között ebből a hulladékból használható tárgyak készíthetők. Az északon erősen szakosodott, központosított, nagy termelési egységekben senki sem gondolhatott arra, hogy egy hulladék még használható lehetne. A „használhatóság” logikusabb és fontosabb volt egy olyan társadalomban, amelyben a bronzszerszámok a mezőgazdaságban már megszokottak voltak. Ehhez még hozzájön, hogy a vasérc elterjedtebb volt, mint a rézérc. Így a decentrali-



1. ábra. Négyoszloptes, Ting-típusú áldozati edény. Késői Shang-időszak, kb. Kr.e. 12. sz. (Musée Guimet)

zált vasgyártó üzemek ércel való ellátása nem okozott problémát, míg a bronzelőállítás jól szervezett szállítási és kereskedelmi rendszereket igényelt.

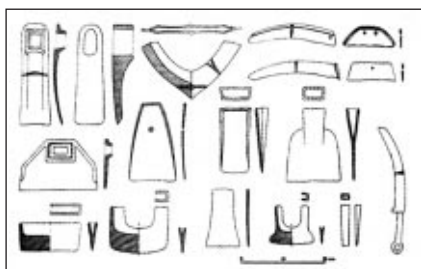
### Az öntöttvas civilizációja

Kína, Európától eltérően, igen gyorsan megoldotta a körülményesen feldolgozható vasszivacsról (vagy az ún. bucavasról) a folyékony vasra való áttérést. A régészet megmutatta, hogy a korai Tavasz és Ősz korszakban (Kr. e. 770-476) csak kis mennyiségben termelendő bucavas nem sokára öntöttvassal váltották ki. A Luhe körzetében (Jiangsu tartomány) kiásott, a késői Tavasz és Ősz korszakból származó fehéröntöttvas darab Kína és egyben az egész világ legrégebbi öntöttvas tárgya. A Hadakozó Fejedelemségek korából (Kr. e. 475-221) származó és a régészek által talált vastárgyak többsége öntöttvasból való.

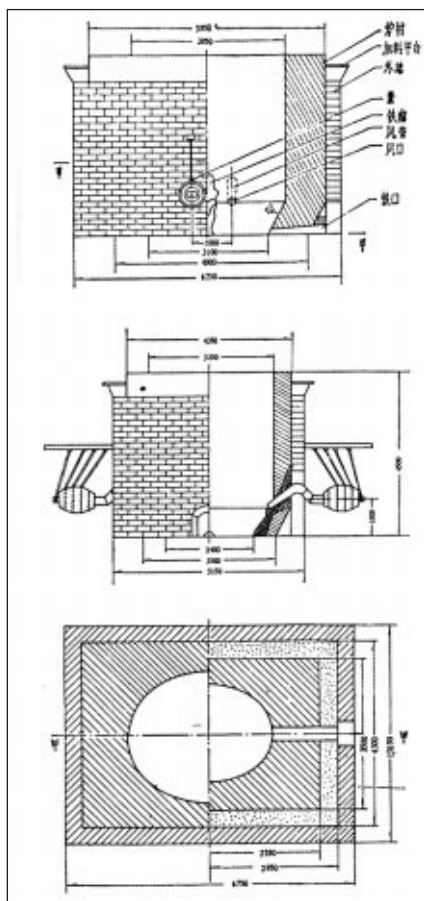
A Hadakozó Fejedelemségek korának késő középső periódusában igen nagy számban öntöttek és használtak vastárgyakat. Ebből az időszakból több mint 16-féle termelőeszközt: ásót, kapát, baltát, lapátot, fejszét, sarlót stb. – közülük a legtöbb ön-

\* A cikk a Ferrum c. szakfolyóiratban, Das Eisen im Alltag des alten China címmel jelent meg 1999-ben, a 71. kötet 11-15. oldalán. A fordítást a szerkesztőség engedélyével közöljük.

<sup>1</sup> D. B. Wagner az Iron and Steel in ancient China c. művében (1993) azt írja, hogy „a meteorvas pengéket bronzfegyverekbe öntötték bele”. Egy ilyen archaikus öntési eljárás feltételezését én kételkedve fogadom. Inkább arra gondolok, hogy a kovácsolt pengéket a „szilárd” bronztárgyba illesztették bele.



■ 2. ábra. Öntöttvas szerszámok, Kr. e. 4-3. sz. (J. Gernet: Le monde chinois nyomán)



■ 3. ábra. Egy Guixingzhenben kiásott, Krisztus előtti „nagyolvasztó” rekonstrukciója (Kaoguxe, 1978/1. nyomán).

töttvasból készült – találtak az ásatásokban (2. ábra). A kovácsolható vas, amelyet mindenekelőtt a fegyverek előállításához használtak, csak a második helyen állt az öntöttvas után. Ez ráutal az akkori idők öntészeti technikájának jelentős fejlődésére, és egyidejűleg arra, hogy milyen fontos szerepet játszott a vas a kínai emberek mindennapi életében a Kr. e. 4. évszázadban.

A kemencetípus, amelyet a kínaiak annak idején az öntöttvas termékek előállítására használtak, alacsony „nagyolvasztó” volt, amelyre az angol blast furnace megnevezés pontosabb: a lényeg az ol-

vasztási folyamathoz szükséges levegő befűvése (3. ábra).

Ezt a berendezést a kínaiak a kerámia-égetési technikájukból vették át. Elsősorban a levegőbefűvést fokozták, és így olyan hőmérsékleteket értek el, amely az 5-7% szenet tartalmazó öntöttvas öntéséhez szükséges volt. Másrészt ugyancsak igen fontos volt a valószínűen a Kr. e. 4-3. században kifejlesztett emeletes öntőforma, amely az előmelegítési technikának köszönhetően az öntvények sorozatgyártását lehetővé tette (4. ábra).

Harmadszor a kínai öntéstechnika hatékonyságának növelésében a Kr. e. 3. sz. végére kifejlesztett, öntöttvasból készült tartósformák is nagy szerepet játszottak.

### Fejlődés a birodalom egyesítéséig

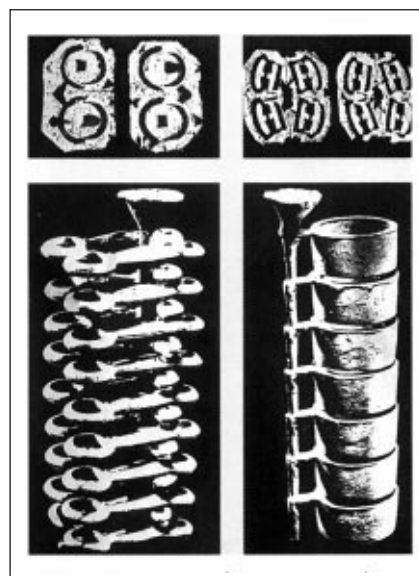
A Hadakozó Fejedelemségek időszakának első évszázadában az öntészeti technika erőteljes fejlődése magával hozott más jelentős, Kína számára sorsdöntő fejlődést is:

1. Az öntészeti technológia annyira hatékony volt, hogy nagyon gyorsan minden irányban elterjedt, és Kr. e. 300 körül az egész szubkontinensen bevezetésre került.

2. Ez nemcsak a mindennapokban hatott nagy átalakulásként, különösen a parasztságnál (új munkamódszerek, hála a vasszerszámoknak), de nagy ugrást okozott a gazdaság fejlődésében is, és – ezzel kölcsönhatásban – alapvetően megváltoztatta a kínai táj képét. Az a Kína, amelyet ma ismerünk, óriási számú öntöző- és hajózácsatornáival, akkor kezdett kialakulni; mindenekelőtt a vasszerszámok tették lehetővé ezt a „hidraulikus civilizációt” (ahogyan Wittvogel nevezi).

3. Ez nem maradt hatástalan a politikai fejlődésre sem: a vízgazdálkodás igazgatásának szükségessége egy erős, központosított és ugyanolyan erős, lokális igazgatási rendszerhez vezetett, amely a Han-dinasztia uralkodásának első időszakában (Kr. e. 206–Kr. u. 24) a kínai birodalmi bürokrácia klasszikus formájaként kristályosodott ki.

4. Végül ez a fejlődés nem maradt hatástalan a centripetális erők elharapódzására sem a politikában. Az erőteljes gazdasági, szociális és haditechnikai növekedés a Hadakozó Fejedelemségek korának végén, a Qin-dinasztia „első fenséges császára” Shi Huangdi uralkodásához, a birodalom egyesítéséhez vezetett. A cseréphadsereg, amelyet a sírja mellett megtaláltak, nemcsak az ő hatalmas neurózisát, félelem-



■ 4. ábra. Fent: két öntőforma; lent: emeletes formába öntött öntvényfűrtök a Kr. e. 3. sz. végéről (Pour la Science, 1983/3. nyomán)



■ 5. ábra. Nagy öntöttvas oroszlán Ganzhou-ból, Hebei tartomány, Kr. u. 10. sz. (Kép: Wu Rui, 1983)

érzését mutatja, hanem az akkori protoindusztriális fejlődés gigantikus mértékét is.

### A Han-birodalom vasipara és a következmények

A Han-korszakban (Kr. e. 206-tól) a kínai vas- és acélipar elindult a modern időkig tartó útvonalán. A szakemberek által megvizsgált régészeti leletek tanúsága szerint az akkori idők termelésében a következő anyagfajtákat lehet megkülönböztetni:

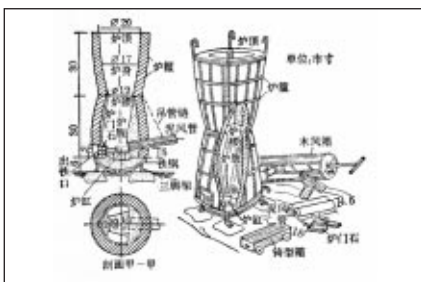
szürkeöntöttvas (kevésbé rideg),  
fehéröntöttvas (nagyon kemény),  
alakítható, hőkezelt öntöttvas (jó mechanikai tulajdonságokkal), melynek két alcsoportja:  
dekarbonizált: fehértempervas,  
nem dekarbonizált: feketetempervas.

Végül a Han-korszaki kínaiak gömbgrafitos öntöttvasat (nagyon jó mechanikai tulajdonságokkal) is elő tudtak állítani,





■ **6. ábra.** Egy népi kommuna kupolókemencéje Zhengzhou mellett, Hubei tartomány (Kép: Voiret, 1978)



■ **7. ábra.** „Népi kohó” a „nagy ugrás” idejéből, Wagner nyomán (1985)

de igen ritkán! Itt meg kell jegyezni, hogy már akkor lényegében képesek voltak – hála az előmelegítési technikának – igen vékony falú tárgyakat hiba nélkül önteni. – A régészek természetesen találtak lágyvasat és acélt is, az utóbbit a lágyvas karbonizálásával vagy az öntöttvas dekarbonizálásával<sup>2</sup> állították elő.

Ezekből az anyagokból akkor minden eszközt le lehetett gyártani, amit a kínaiak a mindennapokban használtak: kerti- és mezőgazdasági szerszámokat, háztartási eszközöket (edényeket, konyhai eszközöket, kályharészeket stb.), hámlakat-részeket, kiegészítőket (pl. övcsatokat, amelyek bronzból készülve drágábbak voltak), tartályokat stb. Fegyvereket is lehetett olcsón és hatalmas mennyiségben előállítani, amit Kína szomszédai a Han-korszakban (Kr. e. 206 és Kr. u. 220 között) megtapasztalhattak.

Ipari tárgyakat is elő tudtak állítani, a sóipar óriási párologtatóedényeitől kezdve a meghajtásokig, tengelyekig, malomcsapágyakig, továbbá kocsikat, fűtatókat, pörölyöket stb. Az ebből az időszakból származó régészeti leletek – a vas erős korróziója ellenére – szinte a végtelenségig sorolhatók.

Ezzel a nagyméretű vas- és acéltermeléssel Kína akkoriban a Kelet szuperhatalma volt, persze erdőinek feláldozásával, mert a fémipar számára sok faszénre volt szükség. Mint minden szuperhatalomnak, Kínának is meg kellett küzdenie a politikai problémákkal. Mivel már a Hadakozó Fejedelmek korában igen gazdag vas- és acéliparos osztály jött létre, az állam igyekezett a piac szabályozására. A háttérmotívum azonban az állam azon igyekezete volt, hogy a vas- és acélipar bevételeit kisajátítsa. Kr. e. 174-ben egyrészt a vas- és acélipar, másrészt a sóipar Kínában állami monopóliummá lett. Mivel az államosítás idővel nem vált hatékonyá és rentábilissá, mindinkább nőtt az ellenállás az államilag irányított gazdasággal szemben. Kr. e. 81-ben Chang An fővárosban, a császár jelenlétében megbeszélés volt az állami irányítású gazdaság ellenzői és igénylői között (az utóbbiak természetesen a jelen lévő állami miniszterek voltak). Egy szerekcsés véletlen révén ennek a „Yan-tielun”-nak (megbeszélések a sóról és a

vasról) nevezett vitának az aktái megmaradtak. Ezekből látható, hogy a „szabad piacgazdaság vagy államilag irányított gazdaság?” polémiája nem Marx Károlyal vette kezdetét. Elégedjünk meg annak megállapításával, hogy a második Han-dinasztia (Kr. u. 25-220) inkább a piacgazdaságot részesítette előnyben az államilag irányított gazdasággal szemben. Ez azonban a késői Han-dinasztia dekadenciáját és végül bukását nem tudta megakadályozni. A szabad piacgazdaság egymagában rendszerint nem elegendő.

A Han-kor itt röviden leírt vas- és acél-gazdálkodása műszakilag hasonló vonulatot mutatott egészen a modern Kínáig. Az alapjában ugyanolyannak megmaradó, de nagyságrendileg megnövekvő műszaki technika a Wei-, Sui-, Tang- és Song-dinasztia alatt mind nagyobb öntvények öntésére irányult (5. ábra). A song-időszakban Kína teljes vas- és acéltermelése már tonnákban volt mérhető, ami nálunk először a 18. században történt meg (ld. Hartwell: Industrial Developments, 1969).

A Song-dinasztia alatt (Kr. u. 96-1279) meginduló műszaki és gazdasági innovációt (a kőszén felhasználása, az ipari termelés erőteljes növelése, a papírpénz feltalálása stb.) a mongol invázió megakasztotta, ezért a Ming- (1368-1644) és a Qing-dinasztia (1665-1911) alatt a helyzet stagnált. A távoli, visszamaradt kínai tartományokban ma is lehet olyan kézműveseket találni, akik hasonló kemencékkel dolgoznak és termelnek, mint a Song-dinasztia idején élő kézművesek (6-7. ábra). A kínai hétköznapiakban használt sok vas- és acéltárgy a vidéken ma is meglepően hasonló képet mutat, mint a kétezer évvel előbb készítették. Ezeket már akkor a sorozatgyártásra tekintettel fejlesztették ki, és ennek megfelelően mind formájukban, mind koncepciójukban gyakorlatilag tökéletesek.

**Fordította: Kovács László**

## Új főtítkár a CAEF-ban

Az Európai Öntészeti Szövetségek Bizottsága (Committee of Associations of European Foundries, CAEF) tanácsa 2008. június 9-én, Vicenzában (Olaszország) új főtítkárt választott Max Schumacher személyében. M. Schumacher Dr. Klaus Urbatot követi, aki 12 év után vonult vissza ebből a funkcióból. Schumacher úr ügyvéd, a Deutsche Giesserei Verband-ban (Német Öntészeti Szövetségben) dolgozik 1993 óta. 2000 óta a DGV jogi osztályát vezeti. A kvarcporról folyó európai szociális párbeszéd egyezményére vonatkozó tárgyalások és a megvalósítás felelőse. Ezen felül a CAEF 2., Környezetvédelmi Bizottságának a titkára. Régóta részt vett a CAEF jogi törekvéseinek kidolgozásában, így az „Európai öntödék szerződéseinek általános feltételei” témának, és a dömpingellenes eljárásoknak is felkészült szakértője. 45 éves, nő, két gyermeke van.

<sup>2</sup> Az ún. kodiffúziós eljárás egy specifikus, nálunk hosszú ideig ismeretlen kínai eljárás az acél előállítására; ld. Needham (1964) és Voiret (1985).



# Testvérlapjaink tartalmából

Livarski Vestnik (Szlovénia)  
2008. 55. évf. 2. sz.

*Z. Glavaš – F. Unkič – D. Lisjak: Öntött állapotú gömbgrafitos öntöttvas fajlagos ütmunkájának előrejelzése termikus elemzés és mesterséges neurális hálózatok felhasználásával*

A közlemény bemutatja a mesterséges neurális hálózatok (ANN – artificial neural network) alkalmazását az öntészetben. Egy, a tömeg- és torzítási értékeket a csökkenő nyomatékgradiensnek megfelelően frissítő, visszaterjesztő (back-propagation) algoritmus felhasználásával tanított, kétrétegű előreccsatoló (feedforward) neurális hálózatot és adaptív tanulási sebességet határoztak meg (Backpropagation Neural Network – BPNN), a termikus elemzési (TA) paramétereket inputokként használva. A kifejlesztett ANN általánosító tulajdonsága nagyon jó, amit megerősít a nagyon jó összhang az öntött állapotú ütmunka előre jelzett és célzott értékei között egy olyan új adatkészlet alapján, amelyet a tanítási adatkészlet nem tartalmazott.  
p. 62-81.

*S. Lukács – F. Klein: Hibamentes nyomásos öntvények gyártásának lehetőségei és korlátai*

A zsugorodási üregek minimálisra csökkenthetők, ha alkalmas szerszámanyag-kombinációkkal különböző helyi dermedési időket érnek el. Mérések alapján bizonyítható, hogy a Chvorinov-egyenlettel összhangban a dermedési időállandó nem csak az olvadék és a szerszám termofizikai jellemzőitől, hanem a helyi falvastagságtól is függ. Minél kisebb az öntvény helyi falvastagsága, annál nagyobb a megfelelő dermedési időállandó.

A kidolgozott összefüggésekkel a falvastagságokból és a szerszám felületi hőmérsékletéből könnyen meghatározható a dermedési időegyüttható.

AlSi9Cu3 alumíniumötvözethez olyan falvastagságokat céloztak, amelyek azonos dermedési idővel elérhetők, a hővezetés változtatásával, különböző termofizikai jellemzőjű melegszerszám-acélokat és hűtőközeg-hőmérsékleteket választva. A falvastagság korrekciós tényezőjének

(FKT) a meghatározása lehetővé teszi a merev falvastagság lehetséges növelésének a meghatározását a szerszámanyag különböző hővezető képességeinek alapján, azonos dermedési idő és hűtőközeg-hőmérséklet mellett. A hűtőközeg-hőmérséklet dermedési időre gyakorolt hatásának a vizsgálatai alapján számítási módszert dolgoztak ki, felhasználva a hűtőközeg-hőmérsékletet azonos dermedési idejű, különböző vastagságú öntvényekhez a szokásos falvastagsági tartományon belül.  
p. 82-96.

*K. Raić – R. Rudolf – I. Anžel: Másodlagos alumíniumolvasztó kemencékben használt tűzálló anyagok korróziója*

Vizsgálják a belső (vegyi, szerkezeti és fizikai), valamint a külső (termikus feszültség, mechanikai feszültség és villamos teljesítmény) hatásmechanizmusokat a tűzálló anyagok korróziója során másodlagos alumíniumolvasztó kemencékben.

A vegyi korrózió olyan redox-folyamatok következtében lép fel, amelyek roncsolják a tűzálló anyagok oxidtartalmát. A tűzálló anyag heterogén felületi szerkezetének katalitikus hatása van a fal korróziójára. A fizikai korrózió az olvadt alumíniumtömeg behatolásával kezdődik. A tűzálló anyagban kialakuló termikus feszültség repedés ébredéséhez és/vagy terjedéséhez vezet. Ezenkívül a mechanikai feszültség, így a forgatás egy döntött forgókemencében is oka lehet a tűzálló fal korróziójának. Hasonlóképpen, az indukciós kemence bármilyen nagyobb fajlagos villamos teljesítménye is gyorsíthatja a korróziót.

Gyakorlati módszereket mutatnak be a tűzálló fal korróziójának az elkerülésére. Ebben az összefüggésben tárgyalják az adalékanyagok, valamint a védő bevonatok hatását egy alumínium-szilikát tűzálló anyag korrózióállóságára.

p. 97-112.

**Slévárenství (Cseh Köztársaság)**

2008. LVI. évfolyam, 9-10. szám

*M. Horáček – O. Charvát – V. Smrčka: RP (rapid prototyping – gyors prototípus-készítő) és szilikonformázási technológiával gyártott „gyors viaszminták”*

Az első prototípus-öntvények, valamint jóváhagyási öntvények kis sorozatai előállításának leggyorsabb és leggazdaságosabb módjának a kérdése manapság gyakorlatilag minden öntöde egyik legfontosabb tevékenységét érintik. Számos gyors prototípus-készítő technológia létezik. Ennek a közleménynek a legfontosabb célja azonban nem ezeknek a technológiáknak az elemzése, hanem egy olyan eljárás ismertetése, amely kombinálja az egyik RP-technológiát, az FDM-módszert (Fused Deposition Modeling – olvasztva felrakó mintakészítés) és a precíziós öntészeti mintakészítést. Ismerteti az elért méretpontosságot, az eljárás időigényét és költségeit.

p. 398-404.

*J. Roučka – M. Kováč – M. Jaroš et al.: Termikus folyamatok keramikusan öntött és numerikus szimulációjuk*

Kísérleti úton vizsgálták a hőátadást fémek öntése és dermedése alatt, különböző átmérőjű, henger alakú öntvények mintakészletének felhasználásával. N155 vas-nikkel-kobalt alapú ötvözetet használtak. Hőmérséklet-görbéket vettek fel az öntvényekben és a héjformák falában elhelyezett hőelemekkel. A nyert adatokat szignifikáns hőmérsékletekként használták fel a hőreztim numerikus szimulációjában, a folyamat öntési és dermedési szakaszaiban.  
p. 405-411.

*V. Fabian – D. Bolíbruchová – A. Sládek és tsai.: A kadmium és az átolvasztás hatása a szilikon formázókeverékbe öntött (Tekast módszer) ZnAl<sub>4</sub>Cu<sub>3</sub> ötvözet kiválasztott technológiai és mechanikai jellemzőire*

A közlemény vizsgálja a metallurgiai kezelés hatását a ZnAl<sub>4</sub>Cu<sub>3</sub> horganyötvözet mechanikai jellemzőire és mikroszerkezetére. A cél részletesebb képet adni az említett ötvözettről, az átolvasztási eljárás és a visszaolvasztott ötvözetbe történő Cd-adagolás szempontjából.

p. 412-416.

*L. Zemčík – A. Dlouhy – J. Umshaus: Turbofeltöltő turbinakerekek precíziós öntése TiAl ötvözetekből*

Elég kis sűrűségűkre és nagy hőmérsékleteken jó szilárdságukra tekintettel TiAl

ötvözeteket fejlesztenek olyan öntvényekhez, amelyek tömegének a csökkentése hozzájárul a teljesítményjellemzők javításához, a stationer és repülőgépgázturbinák, turbófeltöltők és motorok hatékonyságának növeléséhez. A közlemény összefoglalja a tapasztalatokat TiAl ötvözetek vákuumindukciós kemencékben való olvasztásával és keramikus héjformákba való gravitációs és pörgető precíziós öntésével.

p. 417-421.

*D. Bolibruchová – R. Kantorík – M. Pastirčáková:* **Nagynyomású öntéssel előállított alumíniumöntvények hibái**

A közlemény célja detektálni és leírni a nyomásos öntésű alumíniumöntvények kiválasztott típusainak a hibáit és a kialakulásuk okait. Az eredményeket katalógusban osztályozzák.

p. 422-426.

*D. Bolibruchová – M. Bruna – V. Magát:* **Precíziós öntvények hibái**

A közlemény célja értékelni a precíziós öntési módszerrel előállított öntvényekben előforduló hibákat. Ezek helyes meghatározása az első lépés a hibák hatékony kiküszöbölése felé. Az ismertetett munka az „Alumíniumöntvények hibakatalógusához” tartozik, amelyet jelenleg hoznak létre és a munkái folyamatban vannak.

p. 427-430.

*T. Branscomb:* **Új, egyműszakos héjrendszer-alternatívák lehetőségének vizsgálata**

A mai üzleti klímában a gyártás gyorsasága sok okból fontos. A precíziós öntés átfutási idejének az egyik csökkentési lehetősége a héjműhelyben van. A vevő igénye olyan rendszerre, amely lehetővé teszi a mártogatás elvégzését egyetlen nappali műszakban, arra motiválta a Buntrock

Industries céget, hogy a ciklusidő csökkentésére irányuló vizsgálatba kezdjen. Ennek eredményeként a társaság egyedülálló héjrendszert fejlesztett ki.

p. 431-432.

*A. Scholapurwalla – S. Scott:* **A sugárzásos hőátadás hatása a precíziós öntvény minőségének előrejelzésére**

A precíziós öntési eljárás fizikájának modellezésére a számítógépi szimulációs programnak pontosan utánoznia kell a különböző szakaszokat a viasz befecskendezésétől az olvadt fém tényleges öntéséig és dermedéséig. A forma áramlásán és szimulációján kívül, az olyan programok, amilyen a ProCAST, értékelni tudják a termikus eredetű feszültségeket is az öntvényben, és a kész öntött alkatrész mögöttes szemcseszerkezetét és mechanikai tulajdonságait is.

p. 433-435.

**Szende György**

## KÖNYVISMERTETÉS

*Hasse, Stephan:* **Az öntöttvas ötvözetek szerkezete**

(Gefüge der Gusseisenlegierungen)

212 oldal, német és angol nyelven

Ár: 128 EURO

Kiadó: Fachverlag Schiele & Schön GmbH, Berlin, Németország



Az öntött anyaggal szembeni mai nagy minőségi követelmények szükségessé teszik az alkatrészek szigorú ellenőrzését. Az ellenőrzés nem

csak a leírását jelenti annak, ami látható, hanem az adatok értelmezését és az eredményekből való tanulást is. Valamely öntöttvas ötvözet egyik legjelentősebb minőségi jelének tekintik a megfelelő szerkezetét. Ennek a bonyolult szerkezetnek az értelmezése a benne létező fázisokkal és a várható tulajdonságok tervezése nagy tudást és képességet tesz szükségesé.

*Dr. Stephan Hasse*, a Foundry Encyclopedia elismert szerzője, a Druckguss és a Giesserei-Praxis főszerkesztője felismerte, hogy az ágazatnak szüksége van egy átfogó műre erről a témáról, és most olyan könyvet kínál nekünk, amely nem hiányozhat az öntő szakember könyvespolcáról.

A könyv leírja és magyarázza a legfontosabb öntöttvas szerkezeteket és azok specifikus tulajdonságait. Több mint 300 ábrát kínál a szerkezetekről, és a legkorszerűbb adatokat és fényképezési módszereket (optikai mikroszkóp, pásztázó elektronmikroszkóp, EDX – energia-diszperzív röntgenelemzés) használja.

Korábban sosem volt ilyen kiadvány, amely figyelembe veszi az öntöttvas ötvözetek szerkezetének minden aspektusát, tényeket, értelmezést és képeket mutat be, de a helyszíni gyakorlatban is használható.

*H. Kaufmann – Peter J. Uggowitzer:* **Nagy tömörségű, könnyűfém nyomásos öntvények metallurgiája és technológiája**

(Metallurgy and Processing of High-Integrity Light Metal Pressure Castings)

274 oldal, angol nyelven

Ár: 128 EURO

Kiadó: Fachverlag Schiele & Schön GmbH, Berlin, Németország

Manapság az öntő szakemberek fejlett nyomásos öntészeti berendezéseket al-

kalmazhatnak. Az eljárás stabilitása és az önthatóság mégis jelentős téma a metallurgia terén. Nem csak a geometriai és a műszaki bonyolultság növekszik, de az anyaggal szembeni sokoldalú követelmények is. Nem csak könnyűnek, hanem szilárdnak, képlékenynek, hegeszthetőnek, hőkezelhetőnek és tömörnek kell lennie. E kihívásokkal szemben jól tájékozottnak kell lenni, a nagynyomású öntés nem csak műszaki, de tudományos aspektusairól is.

A szerzők könyvükben teljes áttekintést adnak a könnyűfémek nyomásos öntészeti technológiájáról. Szándékuk szerint a munka kézikönyvként szolgál a mérnökök mindennapi munkájához, de átfogó egyetemi tankönyvként is. A tartalma ezért a tudományos szakirodalomból és a helyszíni munkából egyaránt merít. A szerzők főként az utóbbi tíz év közleményeit vették figyelembe, a legkorszerűbb adatokat keresték, és kellően mély betekintésre törekedtek a hatalmas területen. Sikerült elkerülniük a nyomásos öntés egyetlen aspektusára való specializálódást; a berendezésről és a kohászatról is beszélnek, nem csak elméleti, hanem használatra kész tudást is nyújtanak. A korszerű öntészetnek az eljárások láncát kell alkalmaznia, különös figyelemmel az anyagtudományra.

**Szende György**

## Elnökségi ülés Győrben

A Magyar Öntészeti Szövetség elnöksége 2008. szeptember 18-án a NEMAK Győr Alumíniumöntöde Kft.-ben tartotta ülését.

*Dr. Sohajda József* elnök üdvözlése után *Mersich Gábor* gazdasági igazgató a házigazda képviselőjeként vetített képes előadáson bemutatta a NEMAK Kft. nemzetközi szervezetét és annak magyarországi egységét, ismertetve a kft. történetét és tevékenységét, a jövőbeli terveit, választott az elnökség tagjainak kérdéseire. Ezután az elnökség tagjai *dr. Fegyverneki Györggyel*, a NEMAK Kft. fejlesztési vezetőjével megtekintették a gyár valamennyi fontosabb részlegét, és a gyárlátogatás során többször kifejezték elismerésüket a korszerű és igen rendezett, tiszta termelési feltételek láttán, a láthatóan modern és nagyhatékonyságú termelés megismerése során. Ezt követően a NEMAK Kft. vezetése munkabédén látta vendégül az elnökséget.

Az előzetesen kiküldött napirend szerint az elnökség az alábbi témákat tárgyalta meg:

### 1. Az új elnökségi tagok bemutatkozása

*Dr. Fegyverneki György*, a NEMAK fejlesztési vezetője és *Kovács Sándor*, a Szegedi Öntöde ügyvezetője személyesen mutatkoztak be, *dr. Sziklavári Istvánt*, a Diósgyőri Öntöde ügyvezető igazgatóját – más irányú elfoglaltsága miatt – a MÖSz elnöke mutatta be.

### 2. Tájékoztató a MÖSz szakbizottságainak működtetéséről

*Dr. Sohajda József* javasolta az elnökségnek, hogy a MÖSz Környezetvédelmi Bizottsága változatlan személyi összetétellel folytassa 2005 óta eredményes munkáját. A bizottság vezetője változatlanul *Szombatfalvy Rudolf* legyen, de a hároméves ciklus végéig a bizottság tagjai közül egy fiatalabb, a szakterület hasonlóképpen kiváló művelője vegye át tőle a vezetést. Az elnök javasolta, hogy az Oktatási és Szakképzési Bizottság vezetője elnökségi tagként *dr. Lengyel Károly* maradjon, és a bizottság szükség szerint működjön. Az Üzemgazdasági Bizottság ad hoc bizottságként működjön, tevékenységi köre bővüljön a szakmai lobbizási tevékenységgel, az esetenkénti feladatoknak megfelelő személyi összetétellel. Az Exelnökök Bizottsága változatlan feltételek mellett végezze munkáját.

Az elhangzott javaslatokat az elnökség tagjai vita nélkül, egyhangúlag elfogadták.

### 3. Tájékoztató a MÖSz-tagvállalatok tagdíjfizetési helyzetéről

*Dr. Hatala Pál* ügyvezető főtitkár elmondta, hogy a 2008. áprilisi elnökségi ülés óta a három nagy csoportba (1. csoport: be nem hajtható tartozás – felszámolás, csődeljárás alá került –: 39%; 2. csoport: 3 negyedévtől 2 évig terjedő idejű tartozás: 37%; 3. csoport: 1-2 negyedév késedelmes fizetés: 24%) sorolt tartozások összege 27%-kal nőtt, és jelenleg ez mintegy 4,6 M Ft.

Az elnökség rövid vita után az alábbi egyhangú, ellenszavazat és tartózkodás nélküli határozatot hozta: Az 1. csoportba sorolt, bizonyítottan behajthatatlan tartozások a szövetség eredményének terhére kerüljenek leírásra; a 2. csoportba sorolt tartozások tagvállalatai kapjanak kettős fizetési felszólítást, ha ennek nincs eredménye, a főtitkár a területileg illetékes bíróságon a cég részére fizetési meghagyás kibocsátását kezdeményezze; a 3. csoport tagjai teljesítsék fizetési kötelezettségeiket. A 3. csoportba tartozó tagokra nemfizetés esetén a 2. csoport tagjaival hasonló eljárás vonatkozzon. Az elnökség egyetértett abban, hogy kéteves tagdíjfizetési elmaradást követően a főtitkár változatlanul kezdeményezze az elnökség felé a tag szövetségből történő kizárását.

### 4. Tájékoztató „A szövetség tagvállalatai közös fellépése az egyes áramszolgáltatókkal szemben egy, a nagy fogyasztóknak igénybe vehető áram felhasználási kedvezményre” felmérés eredményéről. Javaslat az elvégzendő feladatokra

Az ügyvezető főtitkár elmondta, hogy a felhívásra 21 MÖSz-tag küldte meg részvételi szándékát. A csoport közös áramfelhasználási fellépésének fontosabb adatai: éves áramfelhasználás: 150 millió kWh, a tagok szinte valamennyi országos áramszolgáltatóval kapcsolatban állnak, az éves áramfogyasztási összköltség és a felhasznált kWh teljesítmény hányadosa alapján számított fajlagos költségmutató a 18,6 Ft-tól a 39 Ft-os értékig terjed. Az előkészítő tárgyalást az eddig legalacsonyabb fajlagos költség mellett szerződést

kötő áramkereskedő céggel kezdtük meg, és a tagok legalább fél éves időtartamra szóló 1 órás áramfogyasztási tényadatainak összevetése és együttes értékelése alapján várjuk az áramkereskedők csoporttagjaira egyénenként szerződhető ajánlatai megtételét. Az összegyűjtött adatok alapján három másik kereskedőtől is kérünk ajánlatokat, illetve az ajánlatok tendereztetését is elvégeztetjük.

Az elnökség tagjai egyetértettek a csoportos fellépés megtételében és elfogadták, hogy az akció eredményére a 2008. decemberi elnökségi ülésen vizs-

### 5. Javaslat az elnökségi ülések 2008-2009. évi időpontjaira, napirendjeire

*Sohajda elnök* úr tájékoztató jellegű előterjesztése:

- évről évre elnökségi ülés: 2008. december 5.
- a 2009. évi közgyűlést előkészítő, mérlegelfogadó ülés: április 22-24. között legyen
- a MÖSz-közgyűlést 2009. május 27-én, Ráckeven hívják össze
- a további elnökségi ülések 2009 szeptemberében és decemberében legyenek megtartva.

Az elnökség a tájékoztatást tudomásul vette.

### 6. Egyebek

a. ÖKOLIC megállapodás (az innovációs adó célzott felhasználása az öntészeti szakma fejlesztése, utánpótlása – képzés, oktatás, kutatás-fejlesztés – érdekében) aláírása a Miskolci Egyetem és a MÖSz-tagvállalatok (Csepel Metall Kft., FÉMALK Zrt., Prec-Cast Kft., Diósgyőri Öntöde Kft., Szegedi Öntöde Kft., Certa Kft.) között 2008. 09. 23-án Miskolcon lesz. A részletes tájékoztatót *dr. Dúl Jenő*, az Öntészeti Tanszék vezetője tartotta.

Az elnökség a tájékoztatót elfogadta és egyetértett a megállapodások létrehozásával.

- b. A 2009 októberére tervezett XX. Magyar Öntőnapok rendezvényével kapcsolatos tájékoztató az ez évi évadzáró elnökségi ülésen legyen napirendre tűzve.
- c. A következő Bányász- és Öntőbált 2009. február 14-én, szombaton, Lillafüreden rendezik.

*Hatala Pál*

## Együttműködés a Miskolci Egyetemmel

Az öntészeti szakirányú képzést és a kutatási-fejlesztés együttműködését célzó, a gyakorlati oktatást is biztosító Öntészeti Kutató-Oktató Labor Innovációs Centrum (ÖKOLIC) kialakítása, működtetése céljával kötött hosszú távra szóló megállapodást a Miskolci Egyetem a Magyar Öntészeti Szövetség tagvállalataival szeptember 23-án.

Az együttműködési megállapodások kapcsolódnak a Társadalmi Megújulás Operatív Program (TÁMOP-4.2.1/08) keretében a tudáshasznosulást, tudástranszfert segítő eszköz- és feltételrendszer kialakítása, fejlesztése című pályázati tevékenységhez.

A Miskolci Egyetem TÁMOP pályázatának öntészeti mintaprojektjében a fejlesztés célcsoportja a hazai öntvénygyártó ipar, melynek elvárt szintű működéséhez és fejlődéséhez nélkülözhetetlen a korszerű szakmai oktatás és kutatás, a technológiai tudástranszfer szolgáltatások igénybevétele.

A magyarországi öntőiparnak egyetlen hazai kutatóbázisa a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán működő Metallurgiai és Öntészeti Tanszék, mely országosan egyedülálló központja az öntészeti diplomás szakemberek képzésnek.

A hazai öntőipar fejlesztésigényes társaságai szoros együttműködést alakítottak ki a Metallurgiai és Öntészeti Tanszékkel. A kutatási együttműködés fő szervezeti keretét az elmúlt három évben a Mechatronikai és Anyagtudományi Kooperációs Kutató Központ

(MeAKKK) biztosította. A MeAKKK 2. ciklusában 2005-2007. között két témacsoportban 11 öntvénygyártó társaság vett részt konzorciumi tagként. A három évre jutó vállalati kutatási befizetés meghaladta a 60 millió forintot.

A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán működő Metallurgiai és Öntészeti Tanszék több öntészeti hazai és nemzetközi oktatási és kutatási projektben vett részt és végzett sikeres együttműködést. A tanszék széleskörű szakmai oktatási kapcsolatrendszerrel épített ki a hazai vállalatokkal. Az oktatásfejlesztés területén kiemelkedő a szakképzési fejlesztési támogatás, mely az elmúlt években pótolta a korábbi időszakban hiányzó műszerberuházást. Az öntészeti szakképzési fejlesztési támogatás 2004-2007 közötti összege 107 millió forint volt.

A Metallurgiai és Öntészeti Tanszék a Miskolci Egyetem Felnőttképzési Regionális Központ szervezésében tanfolyami szakmai oktatást végez az öntödei vállalatoknak és az öntvényfelhasználó társaságoknak. A kar ugyanakkor több külföldi egyetemmel épített ki szoros oktatási együttműködést. Ilyen például a Freibergi Technische Universität Bergakademie-vel folytatott karok közötti oktatási együttműködés, melynek keretében biztosítja a diplomás mérnök képzésben az ötéves hallgatóknak a diploma megszerzését a partnerintézményben. A közel tízéves együttműködés keretében a Miskolci Egyetem hallgatói közül 7 fő szerzett

Freibergben diplomát. Különösen aktív együttműködés alakult ki az öntészeti szakterületen, 5 fő végzett Freibergben. Az együttműködés a diplomás képzés miskolci kifutásáig fennmarad, további egyeztetés és megállapodás folyamatban van a BSc-képzésben tanuló hallgatók külföldi részképzésének, valamint a Dipl. Ing.-képzésbe való bekapcsolódási lehetőségük megoldására.

A svéd Jönköping University mérnöki karával való együttműködés a miskolci karon működő Kerpely Antal Anyagtudományi és Technológiai Doktori Iskola Fémek és fémes anyagok alakítása öntéssel című téma csoportjához tartozó doktoranduszhallgatók külföldi vendégkutatói munkáját biztosítja. Ennek keretében a 2008-2010 közötti időben három doktorandusz egy-egy évet tölt Svédországban vendégkutatóként.

A kar oktató- és kutatómunkáját ugyanakkor jelentős mértékben megújítja a Társadalmi Infrastruktúra Operatív Program. A felsőoktatási tevékenységek színvonalának emeléséhez szükséges infrastrukturális és informatikai fejlesztések támogatása a Miskolci Egyetemen című 6,5 milliárd forint összegű pályázati forrás. E Társadalmi Infrastruktúra Operatív Program (TIOP) pályázati projekt keretében számos nagyszabású, a becslések szerint csaknem 300 millió forint értékű fejlesztés érinti a Metallurgiai és Öntészeti Tanszéket is.

 **Hatala Pál**

## ■ NEMZETKÖZI HÍREK

### A Technical Forumot Brnóban rendezik 2009-ben

Az Öntészeti Világszövetség (World Foundry Organisation) 2009. június 1-3-án Brnóban rendezi meg a két kongresszus közötti időszak találkozóját, a Műszaki Világforumot (World Technical Forum, WTF). A rendezvény alkalmával rendezik meg a 46. Cseh Öntőnapokat és a Nemzetközi PhD Öntödei Konferenciát is.

A WTF fő mottója: „Az öntvénygyártás kihívásai a jövőben”. Egyebek között foglalkozni kívánnak a következő témakörökkel: általános öntészeti fejlesztés, öntödei technológiák, öntödei ötvözetek és kompozitok, öntödei berendezések, homokkeverékek, szimultán engineering (szimulációk, rapid prototyping stb.), energiamegtakarítás, környezeti témák, zöld technológiák, oktatás.

További részleteket a [www.wtf2009.cz](http://www.wtf2009.cz) honlapon lehet megtudni, a szervezők elérhetősége: TA-SERVICE, s.r.o, Hlinky 48., 60300 Brno, Hana Bezdeková, Daniela Pivodová, tel./fax: 00 42 0543211134, [bezdekova@ta-service.cz](mailto:bezdekova@ta-service.cz)



SZIRMAI GEORGINA – TÖRÖK TAMÁS

## Magnéziumötvözetek felületkezelése a korróziós elhasználódás csökkentése érdekében

*Magyarországon a másodlagos magnézium kohászata és az abból való öntvénygyártás újraéledése készítette arra a szerzőket, hogy tanulmányukkal felhívják a figyelmet a magnézium alapú ötvözetek megfelelő felületkezelésének fontosságára.*

### 1. Bevezetés

A BKL Kohászat szakmai folyóiratban a közelmúltban megjelent tanulmányok közül több is foglalkozott a magnézium kohászataival Magyarországon [1, 2]. A jövőben várható, hogy az autóipari termégyártó cégek magyarországi megjelenésével, az alumíniumipari öntészeti fejlesztésekhez hasonlóan, a magnéziumalapú ötvözetekből termékeket előállító fémipari cégek is betelepülnek az országba. A magnézium ugyanis egyike azoknak a szerkezeti anyagoknak, amelyek jövője nagymértékben összefügg a járműgyártás dinamikus fejlődésével.

Különösen erőteljesen növekszik a magnézium öntészeti felhasználása, ahol nagy előnyt jelent a magnézium kiváló önthetősége: viszonylag könnyen előállíthatók vékony falvastagságú és közel alakpontos termékek, s gyakran még az utómegmunkálás is elhagyható. Ezáltal a termelékenység növekszik, a termék előállítási költsége pedig csökken. Az autóiparban egyébként

már az 1930-as évek közepétől jelentősebb mennyiségben alkalmazzák a magnézium-ötvözeteket. Jelenleg a magnézium átlagos mennyisége egy gépjárműben mintegy 2 kg, de a nagy gyártók tanulmányai szerint több mint 100 kg alkatrész potenciálisan kiváltható magnéziummal. A légi járműveknél pedig elsősorban a katonai célú alkalmazások a jellemzőek.

A magnézium számos kedvező tulajdonsága mellett a korrózióállósága kevésbé jó, mint például a vele sokszor összehasonlított alumíniumé. A környezeti hatások, többek között a sós víz vagy a kloridokat tartalmazó pára, nagyon agresszív hatnak a magnéziumötvözetekre. A magnéziumtermékek felületét kezelni, védeni kell az ilyen jellegű környezeti hatásokkal szemben.

Mindezekre figyelemmel ebben a tanulmányban néhány már alkalmazott és újabban elterjedőben lévő felülettechnikai eljárásra kívántuk a magnéziumipari fejlesztések iránt érdeklődők figyelmét felhívni.

### 2. Magnéziumötvözetek korróziója

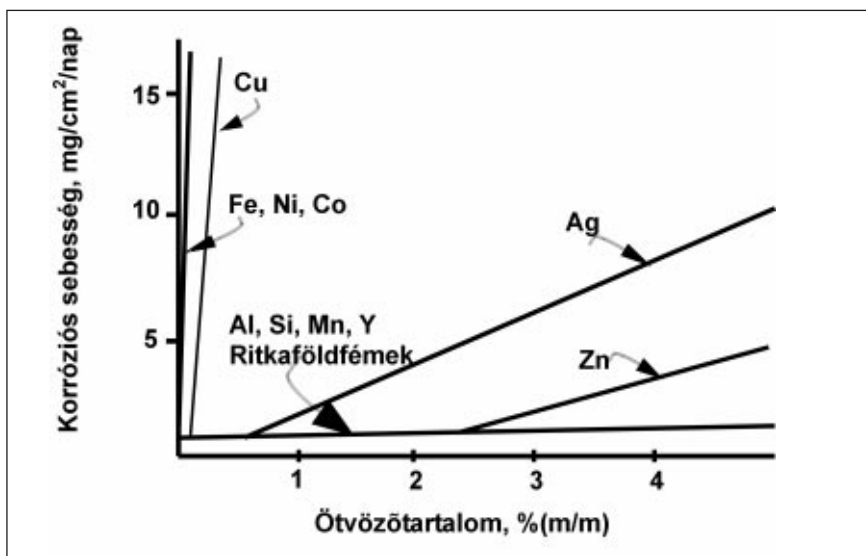
A magnéziumötvözetek korrózióállósága részben ugyanazoktól a tényezőktől függ, mint amelyek kritikusak más fémeknél. Bizonyos környezetekben a magnéziumalapú ötvözetekből készült termékek komoly károsodást szenvedhetnek, amennyiben megfelelő felületvédelmi bevonatot nem kapnak. A magnézium különösen hajlamos az elektrokémiai korrózióra, az elektronnegativitási sorban elfoglalt helye miatt. Az elektrokémiai korrózió azonban általában nem szentelnek elég figyelmet, pedig ez az egyik fő oka annak, hogy a magnéziumötvözeteket szerkezeti anyagként egyelőre nem alkalmazzák szélesebb körben. A magnéziumötvözetek sós vizekkel szembeni korrózióállóságát viszont hatékonyan lehet javítani, ha csökkentjük az ötvözetben előforduló, s e szempontból kritikus (káros) szennyezőket. Elsődlegesen ilyenek a nikkel, a vas és a réz; de emellett még a vas/mangántartalom aránya is számít.

Az 1. ábrán a magnéziumalapú ötvözetek jellemző ötvözői hatásának a trendjét szemlélítjük az ötvözetek korróziósebségére nátrium-kloridos vizes környezetben.

Látható, hogy a cink ötvözőfém 1-2%-os mennyiségben alkalmazva csak csekély mértékben rontja a magnézium korrózióállóságát. Az Al, Si, Mn, Y, valamint a ritkaföldfémek alig befolyásolják a korróziós elhasználódás sebességét. A Fe, Ni, Co, valamint a Cu, azaz a magnéziumnál jóval nemesebb ötvözők viszont kifejezetten erőteljesen gyorsítják az ötvözet korróziósebségét [3]. Ezeknek az elektrokémiai szempontból a magnéziumnál jóval nemesebben viselkedő elemeknek a csökkentése (tisztább magnéziumötvözetek előállítása és alkalmazása) ugyanakkor önmagá-

**Szirmai Georgina** 2006-ban végzett okleveles anyagmérnökként a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán a kerámia- és szilikátmérnöki szakirányon, környezetvédelmi ágazaton. Többször készített díjazott tudományos diákköri dolgozatot. Részképzésben két alkalommal is folytatott tanulmányokat a TU-Bergakademie Freiberg egyetemen Németországban, majd végzése után felvételt nyert a Kerpely Antal Anyagtudományok és –technológiák Doktori Iskolába, melynek jelenleg harmadéves hallgatója a Metallurgiai és Öntészeti Tanszéken. Kutatásait nanoszerkezetű fémötvözetek tanulmányozásával kezdte, újabban a könnyűfémek felülettechnikai vizsgálatával foglalkozik.

**Dr. Török Tamás** egyetemi tanár, akinek szakmai életrajzát a 2007. 5-ös számban közzétűk az MTA doktora cím megszerzése kapcsán, egyben bemutattuk értekezésének összefoglalóját is.



■ 1. ábra. A magnézium ötvözőinek hatása az ötvözet korróziósebességére [3]

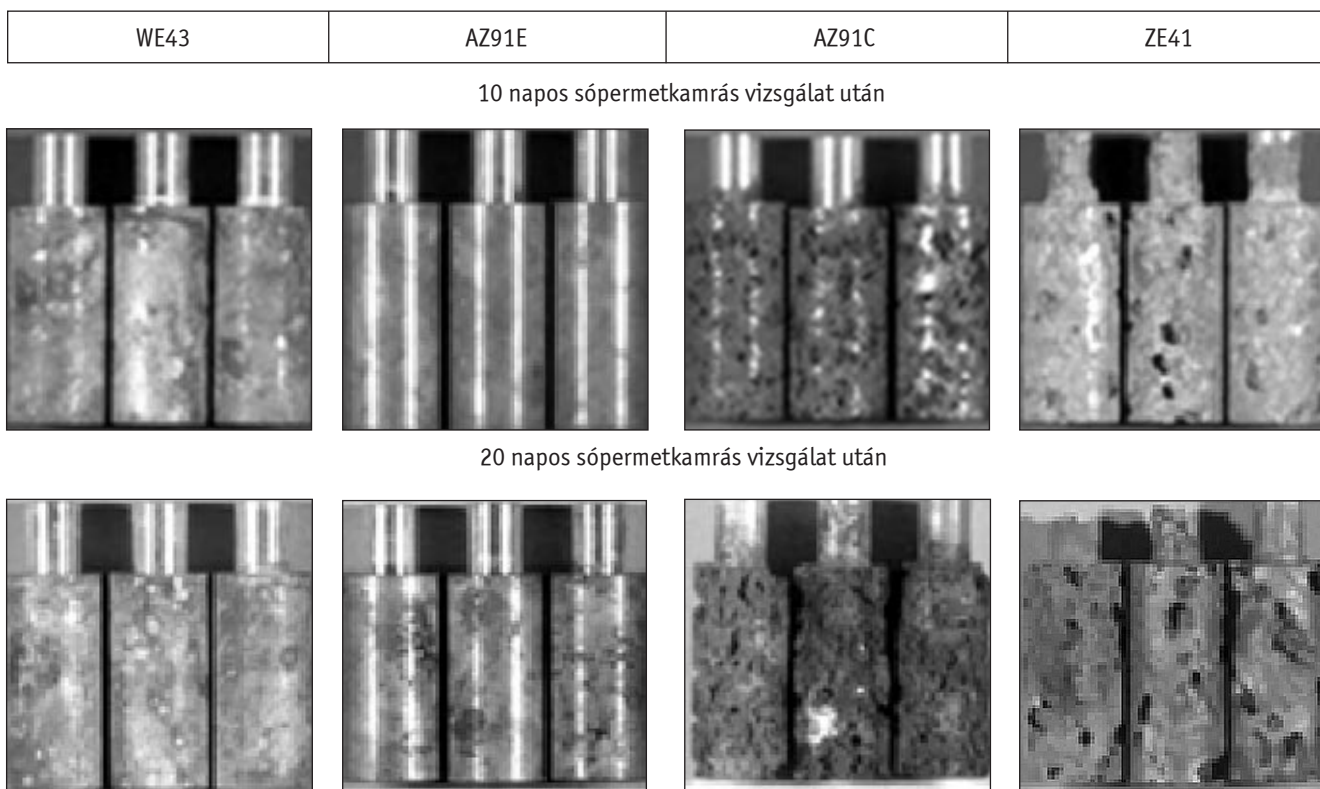
ban nem jelenthet elégséges védelmet a kontaktkorróziós veszélyekkel szemben, mivel a magnézium a legtöbb fémnél és ötvözetnél sokkal aktívabb elem, és csaknem bármilyen nemesebb fémmel összeépítve (például ilyen anyagú kötőelemmel érintkezve) könnyen kialakul az ún. rövidre zárt (lokális) korróziós galvánelem. Ennek létrejöttéhez ilyenkor csak az elektrolit oldat (például esővíz) jelenléte a feltétel, ami a

gyakorlati felhasználások közben (levegő páratartalma, felcsapódó nedvesség, sós vizek) könnyen, illetve gyakran teljesül.

Szerencsére számos módszer áll rendelkezésünkre, hogy elkerüljük az elektrokémiai korróziót, amikor a magnéziumötvözetet egy másik fémmel kell összeépíteni. Ebből a szempontból a megfelelő tervezés az egyik legalapvetőbb követelmény az elektrokémiai korrózió elkerülése érdeké-

ben. Az adott szerkezeti vagy gépelemnél célszerű a különböző fémek összekapcsolására például azt a helyet választani, ahol a folyadék (elektrolit) majd nem tud visszamaradni (például az esővíz tócsát képezni), hogy ezáltal 'kedvezzen' a két fém közötti korrózióknak. A csavaralátétek kiválasztásánál pedig célszerű műanyag vagy vízhatlan tömítést is alkalmazni.

A másik tényező, amely befolyásolja az elektrokémiai korrózió mértékét, a különböző (összeszerelt) fémek potenciálkülönbsége. A megfelelő fém megválasztásával, illetve megfelelő fémbevonat alkalmazásával azon a fémen, amely a magnéziummal kontaktusba kerül, általában kiküszöbölhető ennek a tényezőnek a káros hatása. A fényképfelvételeken (2. ábra) ugyanakkor az is jól érzékelhető, hogy a magnéziumötvözetek önmagukban is, vagyis a kontaktkorrózió gyorsító hatása nélkül is, viszonylag gyorsan tönkremehetnek vizes kloridos környezetben. A 2. ábrán azt kívántuk szemléltetni, hogy az azonos geometriai kialakítású, hengeres próbatestek korróziós károsodása mennyire eltérő lehet az ASTM B117 szabvány előírásai szerinti 10 napos (felső sor), illetve 20 napos (alsó sor) sópermetkamrás gyorsított laboratóriumi vizsgálatok során [3].



■ 2. ábra. Különböző magnéziumötvözetekből kimunkált hengeres próbatestek korróziós károsodása levegőn, NaCl-os vizes közeggel érintkezve

### 3. Magnéziumfelületek tisztítása

A gondosan elvégzett felülettisztítás elengedhetetlen művelet a magnéziumötvözetek kikészítő műveleténél. A tisztítási eljárások során elkövetett hibák ugyanis a későbbiek során szintén korróziós problémákhoz és a termékek károsodásához vezethetnek. A mechanikai és kémiai tisztító módszerek az ipari gyakorlatban egyébként vagy önmagukban, vagy kombinálva kerülnek alkalmazásra a speciális termékjellemzőktől függően.

#### 3.1. Mechanikai tisztító műveletek

A magnéziumötvözetekből készült termékek szóba jöhető mechanikai tisztító műveletei közül elterjedten alkalmazzák a csiszoló és durva polírozó, a száraz vagy nedves szemcseszórásos technikákat, valamint a drótkéfézést és a koptatógépes tisztítást.

#### Csiszolás és durvatisztítás

A magnézium homoköntvényeknél általában szalagcsiszoló, valamint rotációs gépeket alkalmaznak. A szalagcsiszolást befejező műveletként is alkalmazzák az öntés után visszamaradt felületi egyenetlenségek eltávolítására.

#### Száraz abrazív fúvásos technikák

Legelterjedtebbek a szemcseszórásos technikák. Számos öntöde alkalmaz kvarchomokot, de alkalmanként acélsörétet is használnak. Az acélsörétes koptatás felületi korrózióhoz vezethet, mert az acél-szemcsék beágyazódhatnak a felületbe. A száraz szórásos alkalmazásokat épp ezért általában savas pácolás követi, a nem kívánt káros hatások elkerülése érdekében.

#### Nedves szemcseszórásos tisztítás

Galvanizálás előtti végső előkészítő kezelő műveletként alkalmazzák, mely matt felületet eredményez, és eltávolítja a káros szennyezőanyagokat, és a korróziót kiváltó maradványokat.

#### Dobmegmunkálás technológiája

A kenőanyag-maradványok és egyéb idegen felületi szennyeződések eltávolítására gyakran alkalmaznak nedves dobcsiszolósos vagy vibrációs eljárásokat mosószerrel vagy egyéb felületkezelő szerekkel kombinálva, kerámia koptatótestek alkalmazásával. Ezt az eljárást kikészítő műveletként is alkalmazzák nagytisztaságú ötvözeteknél és előkezelő műveletként festéshez.

#### Drótkéféz tisztítás

Magnéziumalapú lemeztermékeknek alkalmasnak drótkéféz tisztítást egyes gyártásközi folyamatoknál, valamint ívhegesztés előtt a felületi oxidréteg eltávolítása céljából [5].

### 3.2. Kémiai tisztítás

#### Oldószeres tisztítás és zsírtalanítás oldószerigőzben

Használják olajok, formakenőanyagok, kenőviaszok, hűtőolajok, fényező és polírozószeres, oldható és oldhatatlan szennyeződések eltávolítására. Alkalmazzák festés és fémbevonás előtt, kémiai felület-előkezelés, forgácsolás és alakítás előtt és után. Zárt rendszerű mosókban triklóretilén és hexaklóretán oldatot gyakran alkalmaznak. A metilklorid eltávolítja a felesleges szerves maradványokat és impregnátumokat a felületről anélkül, hogy a fém pórusaiban az összetételt megváltoztatná.

#### Emulziós tisztítás

Olajos és polírozó szemcsék eltávolítására alkalmazzák, semleges és lúgos pH-nál, hogy a tisztítóoldat ne marja meg a felületet.

#### Lúgos tisztítás

A magnéziumötvözeteken gyakran alkalmazott felületelőkészítési módszer, melyet festés, kémiai felületkezelések vagy bevonatképzés előtt alkalmaznak. A legtöbb magnéziumötvözetre nincsenek hatással a közönséges lúgok, viszont például a pirofoszfátok és még néhány foszfátvegyület igen, bár pH=12 felett ez utóbbiak hatása elhanyagolható. A magnéziumfelületeken alkalmazott lúgos oldatok pH-jának viszont pH=11 felett kell lenni.

#### Savas tisztítás

A savas tisztítástól elvárható a szorosan megtapadt szennyeződések eltávolítása a felületről. Ilyenek lehetnek a természetes oxidfoltok, beágyazódott homok- és vas-szemcsék, kromátos bevonás és hegesztés maradványai, valamint odaégett kenőanyagok. A savas pácolás kezelése megválasztásakor természetesen figyelembe veszik az eltávolítandó felületi szennyeződések jellegét, a magnéziumötvözet típusát és a felületi sajátosságokat.

Mikor magnéziumötvözetből készült termékeket alkalmaznak csupaszon vagy utótisztítás után, akkor elvárható, hogy a

korrózióállóság mellett esztétikailag is megfelelő külsőt mutassanak. E célból kiválónak tartják a vas-nitrátos vagy a foszorsavas pácokat [4].

### 4. Magnéziumfelület előkezelése festés előtt

A konverziós felületmódosító eljárások olyan kémiai vagy elektrokémiai módszerek, amelyek alkalmazása során a fém felületén képződő fémoxidok, kromátok, foszfátok és egyéb vegyületek kémiai kötést képeznek az alapfém felületével. A fent említett eljárások a magnéziumötvözeteknek megfelelő korróziós védelmet biztosítanak és jó festési alapként is szolgálnak, mint például a kromátos, a foszfátos és a foszfát-permanganátos, valamint a fluorocirkonátos kezelések. Emellett döntően fontos szempont, mint egyébként minden felületkezelő és bevonó eljárásnál, a gondos felülettisztítás és az adott funkcionális célnak megfelelően kiválasztott felületelőkészítési műveleteinek szigorúan ellenőrzött körülmények melletti elvégzése a konverziós felületmódosító kezelés(ek) és festés előtt.

A legfőbb hátránya a konverziós bevonatképzésnek egyébként e kezelési eljárások némelyikének nagyobb toxicitása. Ebből a szempontból különösen a króm(VI)-tartalmúakat kell kiemelni, mely anyagok erősen toxikus és karcinogén besorolásúak [5].

#### 4.1. Hagyományos konverziós rétegképzési eljárások

A kromátos konverziós felületmódosító eljárások korábban hatásosan voltak alkalmazhatók végső bevonás előtti bevonatként vagy akár utókezelésként egyes fémbevonó eljárások után a korrózióállóság növelése céljából.

Az egyébként is kiválónak tartott kromátos konverziós filmek képződési mechanizmusa is ma már többé-kevésbé jól ismert: a kezdetben kocsonyás állagú króm(III)-króm(VI)-oxid-hidroxid vegyületeket tartalmazó csapadékfilmbe kezdetben az alapfém ionjai is beépülnek, ahogy a krómsavas oldat a fémmel reakcióba lép. Közben a határfelület közelében növekszik a pH, minek hatására viszonylag gyorsan kiépül a kromátos bevonat, mely részleges vízvesztés után egy kifejezetten jól tapadó felületi konverziós réteget eredményez [5].



#### 4.2. Kromátmentes konverziós eljárások

Az európai uniós előírások ugyanakkor 2007-től szigorúan korlátozzák a kromátos kezelések alkalmazását, melynek a 6-os oxidációs számú króm(VI) vegyületek karcinogén hatása az oka.

A kromátmentes konverziós kezelő fürdőkben általában a cirkóniumnak, a titánnak vagy ezek keverékének komplex fluortartalmú vegyületeit – esetenként polimer adalékokkal együtt – alkalmazták. Használnak továbbá erre a célra különféle foszfátos, foszfát-permanganátos eljárásokat és vanádium-, molibdén- és mangántartalmú keverékeket is. A kromátmentes eljárásokkal nyerhető konverziós rétegek minősége hasonló a hagyományos kromátos filmekéhez, ugyanakkor fontos megemlíteni, hogy a megelőző tisztítási és pácolási eljárásoknak is igen jelentős hatása van a kezelt magnézium-termékek végső felületminőségére. A felületet pácolva tisztító lúgos (pH 9,5-10) oldatban általában jobb felületi minőség érhető el, mint az ennél nagyobb pH-értékű és felületi pácolást nem okozó tisztító oldatokkal [6].

##### 4.2.2. Foszfátos-permanganátos konverziós bevonatképzés

A foszfátos-permanganátos eljárás az egyik alternatív eljárás a kromátos konverziós rétegek képzés kiváltására. Ennek az eljárásnak a környezetterhelése sokkal kisebb, viszont a korrózióállósága csaknem ugyanolyan jó is lehet, mint a hagyományos kromátos kezeléseké [7-10].

Egy tanulmány [7] szerint AZ91D és WE43A típusú ötvözeteket például egy ilyen foszfát-permanganátos kezelésnek vetettek

alá. A fürdő fő összetevői a kálium-permanganát és a nátrium-foszfát voltak. A kezeléssel homogén szerkezetű és egyenletes bevonatot nyertek. A fürdő nátriumtartalmát és pH-értékét találták a bevonat minőségét elsődlegesen meghatározó befolyásoló tényezőnek. A korrózióállóság tekintetében pedig hasonló eredményeket kaptak, mint a kromátos kezelő eljárásoknál.

##### 4.2.3. Fluorocirkonátos konverziós bevonatképzés

Egy másik tanulmány [11] szerint a kromátmentes fluorocirkonátos kezelő eljárás szintén hatásos a magnézium és ötvözetekének előkezelésére. A cirkónium ionokat tartalmazó vizes-savas kezelő fürdő általában szerves vagy szervetlen oxovegyületekkel stabilizált oldat. A kezelt magnézium felületén szárítás után egy, a szubsztrátumhoz jól tapadó, összefüggő térhálós szerkezetű cirkónium-oxidos film jön létre. Ezeket a fürdőket változó oxidációs számú kationokat tartalmazó adalékkal (például cérium sóval) módosítva, olyan cirkonátos kezelő oldatokat is kifejlesztettek, melyek a Cr(III)/Cr(VI) redox rendszerrel csaknem teljesen analóg módon viselkednek, és a jó korrózióállóságuk is ennek köszönhető.

Skar és mtársai [12] például AZ91D és AM50A típusú magnéziumötvözetekből készített mintáikat a hagyományos fluorocirkonátos oldattal kezelték, majd ezt követően szerves epoxi-poliészter bázisú porlakkal vonták be. A fluorocirkonátos előkezelés ugyanolyan kedvezően javította a porlakk adhéziós tulajdonságait, mint amilyen jó festéktapadást tapasztaltak a hagyományos kromátos kezelések után. A

fluorocirkonátos előkezelést kapott minták korrózióállósága is elfogadható volt a kevésbé agresszív korróziós környezetben, de nagyon szerény ellenállóképességet mutattak kőfelverődéssel szemben.

#### 4.3. A konverziós eljárások összehasonlítása

A Hydro Magnézium értékelést készített a kromátos és kromátmentes konverziós bevonatokról az egészségre, biztonságra és környezetre gyakorolt hatásuk alapján. Ezen értékelés eredményei az 1. táblázatban találhatók [6]. Sok szempontból a kromátmentes eljárások nyilvánvalóan kedvezőbbek a kromátos eljárásoknál, de a kromátmentes kezeléseknél is, mint bármely felületkezelésnél, vannak kedvezőtlen hatásai a környezetre és az egészségre, különösen azzal az esettel összehasonlítva, amikor a magnéziumötvözetek semmilyen (utó)kezelést sem kapnak.

Egy-egy konverziós felületmódosító kezelés alkalmazásáról vagy mellőzéséről ugyanakkor a végfelhasználónak elsődlegesen a darabok korróziós igénybevételére figyelemmel kell döntést hoznia, és sok esetben egyáltalán nem hagyhatók el teljesen az ilyen felületvédő előkezelések, például a darabok festése előtt.

#### 4.4. Felületoxidálás, anódos kezelések

Az anódos oxidációs felületkezelés (ún. eloxálás) olyan elektrolitikus eljárás, melynek során vékony, stabil oxidfilm képezhető egyes fémeken és ötvözeteken. Ezek az oxidfilmek általában javítják a festék adhézióját a fém felületén. A kezelés során kiépülő oxidfilm a fémfelülettel érintkező határfelületen először egy vékony záróré-

1. táblázat.

Jellemző mutatók	Kezelés/Konverziós bevonatképzések			
	Kromátos	Permanganátos	Fluorotitanátos-cirkonátos	Kezeletlen
Toxicitás	--	0	0	++
Darabonkénti költségfordítás	--	0	+	++
Újrahasznosíthatóság	-	0	0	++
Fürdő kezelése/karbantartása	--	-	-	++
Esztétikai megjelenés	+	+	+	0
Energia felhasználás	0	-	-	++
Mg darabok élettartama	++	++	++	+
Hulladékkezelés	0	0	0	++
Jelölési rendszer: ++ = nagyon jó; + = jó; 0 = semleges; - = rossz; -- = nagyon rossz				

teget képez, az ezt követő réteg pedig többnyire kifelé nyitott cellás szerkezetű. Minden cella pórusos, melyek méretét az elektrolit típusa, koncentrációja, hőmérséklete, továbbá az alkalmazott áramsűrűség és feszültség határozta meg. Az eloxált film színezését végezhetik szerves festékekkel (abszorpciós elv alapján) vagy szervesetlen színező pigmentek utólagos beépítésével. Emellett bizonyos szervesetlen fémoxid és fémhidroxid vegyületek alkalmasak akár egy újabb elektrolitikus leválasztással, akár az anódos oxidfilm kiépülésével egyidejűleg történő rétegmódosítással szint kölcsönözni az anódosan oxidált felületnek [5].

## 5. Újabb felületmódosító eljárások

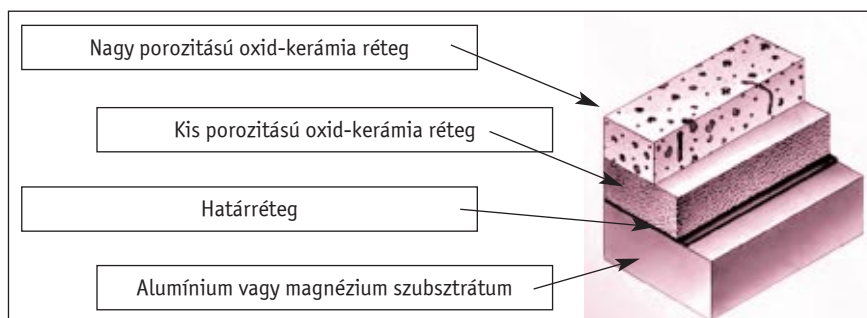
### 5.1. Anomag-eljárás

Az Anomag-eljárás a Magnesium Technology Licensing Ltd. által szabadalmaztatott anódos felületmódosító eljárás. Az Anomag-eljárás vizes alapú kezelő fürdője ammóniát és nátrium-ammónium-hidrogén-foszfát komponenseket tartalmaz. A bevonat terméke:  $MgO-Mg(OH)_2$  rendszer. A lehetséges egyéb komponensek hozzáadása, mint például az  $Mg_3(PO_4)_2$  adalék, az aktuális fürdőösszetétel megválasztásától is függ.

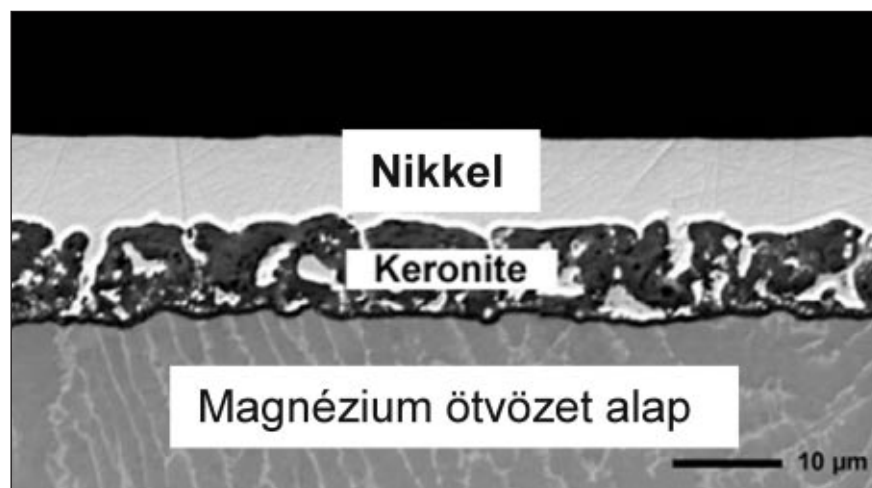
Guerci [13] szerint az oxidréteg vastagsága és tulajdonságai az Anomag-eljárás alkalmazásánál a fürdő összetételétől, hőmérsékletétől, az áramsűrűségtől és a kezelési időtől függ. A bevonat mikroszerkezete cellás, hasonlóképpen más anódos felületkezelő eljárásokkal nyerhető rétegekéhez. E szerzők szerint a festék megfelelő adhéziós kapcsolódásához és a kiváló korrózióvédelem eléréséhez a nyomással gyártott magnéziumminták Anomag-eljárással történő kezelését követően porlakk bevonatot célszerű alkalmazni [5].

### 5.2. Magoxid-coat-eljárás

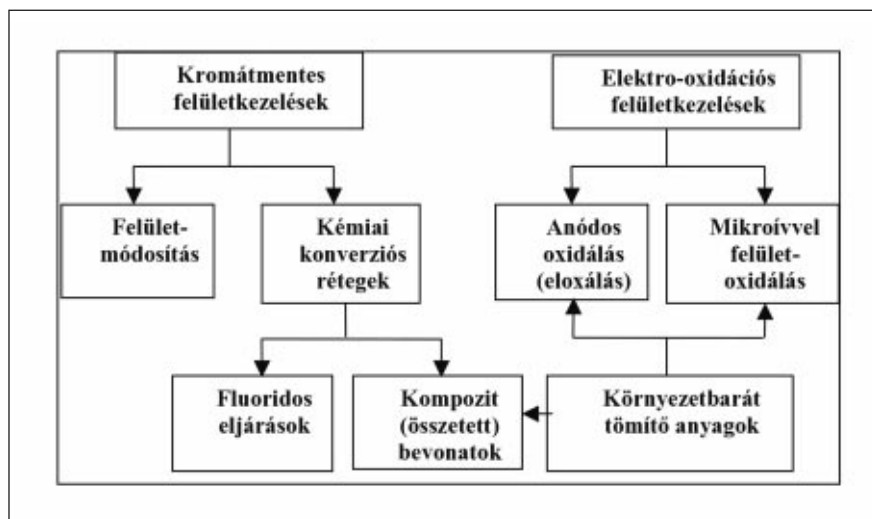
Az AHC-Oberflächentechnik GmbH Ltd. által szabadalmaztatott anódos plazma-kémiai felületkezelő eljárás, melynek során oxid-kerámia réteget képeznek a felületen. Az eljáráshoz alkalmazott eloxáló fürdő klórmentes, és tartalmazhat szervesetlen anionokat és szerves savakat. Ez az eljárás az összes gyakori magnéziumötvözetben alkalmazható, és kiváló védelmet nyújt a korrózióval és a kopással szemben. A szubsztráton előállított ha-



3. ábra. A Magoxid-coat bevonatrendszer felépítése [15]



4. ábra. A Keronite-nikkel bevonatrendszerrel készített elektronmikroszkópos (SEM) felvétel [16]



5. ábra. Az AMTS STD felületkezelő rendszerei magnéziumalapú alkatrészek felületvédelmére [18]

tárréteg közvetlen érintkezésben van a tiszta fémfelülettel, majd ezt követi a kis porozitású oxid-kerámia réteg és végül a nagy porozitású, szintén oxid-kerámia réteg, amely megfelelő alapot képez a festéshez és impregnáláshoz (3. ábra). A Magoxid-coat rétegeket 5-20 µm-es rétegvastagságban alkalmazzák [14].

### 5.3 Keronite-eljárás

A Keronite-eljárás a Keronite International Ltd. által szabadalmaztatott vizes foszfátalapú oldatban történő elektrokémiai kezelés (100 °C alatti hőmérsékleten). Alkalmazható alumínium-, magnézium- és titánötvözeteken, és a bevonat egy kemény kerámiaréteg (5...200 µm). Ere-

detileg a Szovjetunióban fejlesztették ki. Bonyolultabb alakú alkatrészeknél is alkalmazható.

A legkülső porózus réteg impregnálható akár szilárd kenőanyag szemcsékkel ( $\text{MoS}_2$ ), különösen a bevonat siklási tulajdonságainak javítása érdekében; továbbá különféle polimer anyagokkal (pl. teflonnal), de akár kemény karbidok, különféle kerámiák vagy más fémek apró (por)szemcséivel, vagyis könnyen átalakítható olyan kompozit réteggé, mely különleges tulajdonság-kombinációkkal bír. Emellett borítható kémiai (vegyi) nikkelezéssel, például nikkel-foszfor fedőréteggel (4. ábra), mely összetett bevonatrendszer versenytársa lehet pl. a galvántechnikai úton képzett Nikasil® ( $\text{Ni}+\text{SiC}$ ) kompozit bevonatoknak.

## 6. Szilánvegyületek alkalmazása

Elsősorban a festéssel, illetve a porlakkozással bevont magnéziumalapú ötvözetekből készült (pl. nyomásos öntéssel elő-

állított) darabok korrózióállóságának javítása érdekében újabban különféle szilánvegyületeket is egyre elterjedtebben használ a felülettechnikai ipar. Például az egyik uniós kutatás-fejlesztési program (IDEA projekt [17]) keretében is együttműködő kutatóintézetek és gyártó vállalatok, nevezetesen az izraeli AMTS STD és a német Chemetall GmbH a legigényesebb magnéziumalapú ötvözetekből készült termékek felhasználói (űrtechnika, légi járművek gyártása) számára is tudnak ajánlani szilánvegyületek alkalmazásán alapuló korszerű felülettechnikai kezeléseket (5. ábra).

Az új generációs szilánbázisú felületkezelő (tömítő) szereket egyaránt ajánlják átmeneti korrózióvédő anyagként („class 1”, például az OXILAN® Mg 0610..0612 márkanevű termékek) és a festékburkolatok tapadását is javítani képes előkezelő szerként („class 2”). Ezekkel a szilános felületkezelő anyagokkal kezelt (előtte polírozott) minták

az elterjedten használt (ASTM-117D szerinti) laboratóriumi sópermetkamrás tesztek során 16...48 óráig, míg a szilános kezelés után még le is festett vagy porlakkozott minták pedig 500...1000 óráig is ellenálltak a sópermet kifejezetten agresszív korróziós behatásának [19].

## 7. Előzetes laboratóriumi korróziós vizsgálatok

Az eddigi példák közül is kitűnt, hogy a magnéziumötvözeteknél elterjedten alkalmaznak gyorsított laboratóriumi korróziós vizsgálatokat, melyek típusait a 2. táblázat [20] tartalmazza.

A Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Tanszékének felülettechnikai laboratóriumában a közelmúltban mi is elvégeztünk egy olyan kísérletsorozatot, mellyel egy AZ91D típusú ötvözetből (3. táblázat) nyomásos öntéssel készült termék korrózióállóságát kívántuk meghatá-

2. táblázat.

Vizsgálati körülmények	Korróziós elváltozások kimutatása, jellemzése
<b>Vizsgálat párákamrában</b>	
95%-os relatív páratartalom, 38°C	Idegen anyagok (zárványok a szövetben), felületi elszíneződés beltérben, bevonat alatti szálas (filiform) korrózió
100%-os relatív páratartalom, 38°C (ASTM D 2247)	Festékek tapadása és hólyagosodása; vidéki (nem szennyezett környezetben) korrózió
Szennyezett levegő (DIN-50018-1960), 100%-os relatív nedveségtartalom, 40°C, levegő+ $\text{SO}_2$ + $\text{CO}_2$ gázelegyen 8 órán keresztül, majd 16 órás levegőn tartás szobahőmérsékleten	Korrózióállóság és bevonatminőség jellemzése (szennyezett) ipari környezetben
<b>Vízpermetes és vízbemerítéses vizsgálatok</b>	
Vízpermetkamrás vizsgálat (ASTM D 1735), ioncserélt víz, 38°C	Festékek tapadása és hólyagosodása (megközelítőleg egyenletes páralecsapódás mellett)
Vízbemerítéses vizsgálat (ASTM D 870), ioncserélt víz, 38°C	Festékek tapadása és hólyagosodása (erősen agresszív korróziós behatás)
<b>Sópermetkamrás és bemerítéses vizsgálatok</b>	
Sópermetkamrás vizsgálat (ASTM B117), 5%-os NaCl oldat, pH=6,5-7,2	Magnéziumötvözetek korróziós viselkedése, szennyezők hatása, a felületkezelés és bevonatképzés hatása ugyanazon a hordozó ötvözetben; egy másik fém galván-kompatibilitása a magnéziummal. Viselkedés kloridos környezetben. Gyorsított laboratóriumi vizsgálatok
Vizes 5%-os NaCl oldatos merítéses vizsgálatban, 25°C, pH=10,5, időszakosan vagy folyamatosan levegővel keverve	Megegyezik a sópermetkamrás vizsgálatok alkalmazási területeivel
Gyorsított ecetsavas sópermetkamrás vizsgálat (ASTM B 368), 5% NaCl, 1 g $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 3,8 liter oldatban, 49°C, pH=3,1-3,3	Elektrokémiai úton leválasztott rétegek
Sópermetkamrás vizsgálat $\text{SO}_2$ tartalmú közegben: 5% NaCl+ $\text{SO}_2$ , 35°C, pH=2,5-3,2	Tengeri és légi járművek szerkezeti anyagainál (gyorsított laboratóriumi sópermet vizsgálat)
Autóipari termékek próbatesztjei, ciklikusan ismétlődően sós-izzappal beszórás, részleges szárítás és magas páratartalom mellett	Magnéziumötvözeteken, csupasz vagy bevonatolt felületeken, autóalkatrészekben. Galván kompatibilitás. Utcai sós-vizes környezet hatása



3. táblázat.

AZ91D magnéziumötvözet összetétele	
8,3-9,7% Al	0,005% Fe max.
0,15% Mn min.	0,030% Cu max.
0,35-1,0% Zn	0,002% Ni max.
0,10% Si max.	0,02% max. egyéb
	többi Mg

rozni. A mintákat a kisbéri U-Shin Europe Kft. bocsátotta rendelkezésünkre, ahol ebből a magnéziumötvözetből nyomásos öntéssel készítenek gyújtáskapcsoló házakat személygépkocsikhoz. A formaleválasztáshoz használt anyag: Morsol WE-2 típusú, gyártója: Moresco, Matsumura Oil Research Corporation.

A különféle módon tisztított, illetve előkezelt mintákat 5%-os NaCl-oldatos bemeztetés gyorsított laboratóriumi korróziós vizsgálatnak vetettük alá. A minták korróziós vizsgálatra kerülés előtti felületállapotát – az azonosítók (azaz a minták sorszáma) szerint – a 4. táblázat tartalmazza.

A mintákat a kiindulási felületállapotuk (tisztítás, zsírtalanítás) típusának megfelelően kettes csoportokra osztottuk. A tisztító/kezelő oldatok összetétele az 5. táblázatban látható.

A vizes NaCl-oldatos bemeztetés vizsgálatok bizonyos időperiódusaiban (24 óra, 5 nap, 8 nap, 11 nap és 18 nap elteltével) fényképeket készítettünk a közel azonos geometriai méretű és tömegű minták korróziós viselkedésének megfigyelése céljából.

A mintapárokról a kiindulási, illetve a 11. nap után készült képek a 6. ábrán láthatók. Az 1-2. sorszámú mintáról készült kép a kezeletlen, gyári állapotot szemlélteti. Az 1. sorszámú mintán (alul) jelentősebb szennyeződés figyelhető meg, amely a korrózióállóságot is jelentősen befolyásolja.

A 11 napig sós vízben tartott minták felvételein megfigyelhető a korróziós károsodás mértéke, mely kiugróan jelentős lett a fent említett szennyezett mintánál. A felvételek közül kiemeltünk olyan mintákat, amelyek zsírtalanítás céljából acetonnal feltöltött edényben voltak elhelyezve és ultrahangos fürdőben töltöttek 15 percet (5-8. sorszámú minták). A 7-8. sorszámú minta az acetonos, ultrahangos tisztítás és ezt követő öblítés után savas pácolást is kapott. A korróziós károsodás mértéke ezeknél a mintáknál látványosan kisebb mértékű volt.

4. táblázat.

Minta sorszáma	Felülettisztítás, illetve zsírtalanítás módja
1-2.	gyári, szállított állapot (nem történt semmilyen felülettisztítás)
3-4.	lúgos zsírtalanítás
5-6.	acetonban zsírtalanítás ultrahangos fürdőben, majd vizes öblítés
7-8.	acetonban zsírtalanítás ultrahangos fürdőben, öblítés, savas pácolás

5. táblázat.

Lúgos tisztító (zsírtalanító) és a (savas) kezelő oldatok összetétele	
<b>Lúgos zsírtalanító fürdő:</b>	<b>Savas pácoló fürdő:</b>
50 g/l NaOH	20 ml/l tömény (cc.) $H_2SO_4$
10 g/l trisó ( $Na_3PO_4$ )	20-30°C (szobahőmérséklet)
1 g/l felületaktiváló adalék (trietanol-amin)	15 s
5-20 min, 80-95°C	

A 7. ábrán a pirossal körülhatárolt területeken jól megfigyelhető, hogy az erősebben szennyezett részeknél a korróziós károsodás mértéke sokkal jelentősebb.

A mintákat 24 óra, 5 nap, 8 nap, 11 nap és 18 nap után kiemeltük a vizes NaCl-oldatból, majd száradás és ezt követő tömegmérés után mechanikai tisztítást követően ismét lemértük a tömegüket. A korróziós folyamatok kiváltotta tömegváltozásokat (a 8. ábrán: Rel. tömeg%) rendre a 24 óráig vizes sóoldatban tartott minták tömegéhez viszonyítottuk.

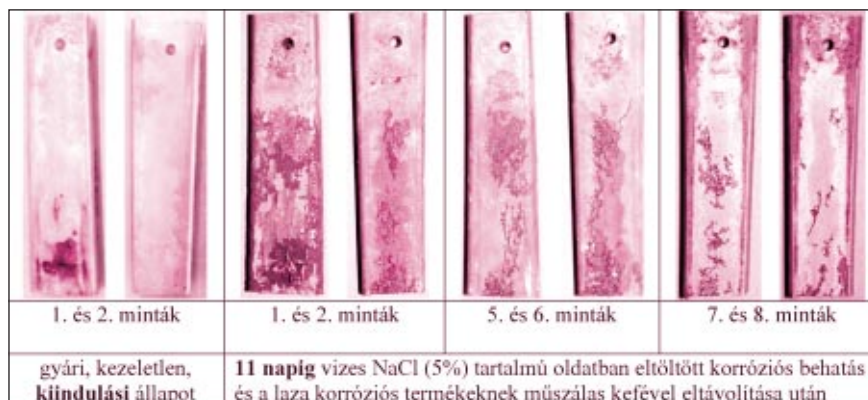
A kapott eredmények közül a 8. ábrán négyféle tisztítás, ill. savas kezelés utáni korróziós tömegváltozások százalékos értékei láthatók.

Megfigyelhető, hogy a gyári, kezeletlen állapotú minták egyike (1. sorsz.) (az erősebben szennyezett felületű) jelentősen gyorsabban korrodálódott, mint akár az acetonban zsírtalanított (6. sorsz.), akár az acetonos zsírtalanítás után még savas pácolással (7. sorsz.) is tisztított minták.

A 8. ábrán ugyanakkor az is szembeötlő, hogy az eredeti (kezeletlen) felületállapotú minták (1., ill. 2. sorsz.) közül a kevésbé szennyezett, azaz a 2. sorszámú csak több nap után szenvedett el nagyobb korróziós károsodást, vagyis a gyártószerszámról lekerülő magnéziumöntvények kiindulási felületi szennyezettsége korróziós szempontból mindenképpen fontos tényezőnek tekintendő.

## 8. Összefoglalás

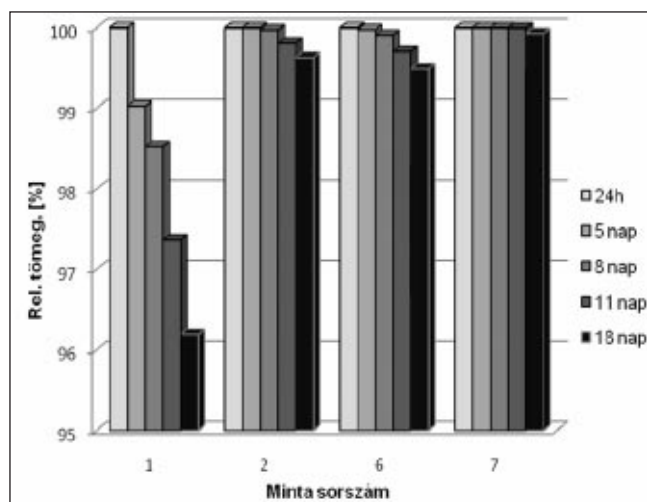
A magnéziumalapú ötvözetek szélesebb körű elterjedésének legfőbb gátló tényezője a magnézium kémiai reakcióképessége és a kontaktkorróziós érzékenysége. Az egyre tisztább (kisebb szennyezőelem /Cu, Fe, Ni, Co/ tartalmú) magnéziumötvözetek korrózióval szembeni ellenálló képessége ugyan kedvező tendenciát mutat a fémfeldolgozók és felhasználók tapasztalata szerint, de a magnéziumtermékek gondos felülettisztítása és az



■ 6. ábra. AZ91D nyomásosöntvény-minták gyorsított laboratóriumi korróziós vizsgálata során készült fényképfelvételek



■ **7. ábra.** Az erősebben szennyezett öntvényrészek korróziós viselkedése egyazon (1. sorsz.) mintánál



■ **8. ábra.** Korróziós tömegvesztés mértéke az idő függvényében

újabb felületvédelmi és rétegtképző eljárások és a szerves bevonatrendszerek jobb tapadását is biztosítani képes és emellett környezetbarát felületmódosító (pl. a kromatózást kiváltó) előkezelések folyamatos fejlesztése lehet csak igazán garanciája a magnéziumfémekben rejlő lehetőségek teljesebb kiaknázásának. E tanulmány áttekinteni igyekezett a legújabb felületkezelő és bevonatképzési módszereket, továbbá laboratóriumi kísérleti vizsgálatok eredményei alapján bemutatja egy nyomásos öntészeti ötvözet (AZ91D) korróziós viselkedését agresszív sósvizes környezetben.

### Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk Sándor Balázsnak és Bartók Lajosnak/U-Shin Europe Kft./ a jelen tanulmány elkészítéséhez nyújtott értékes szakmai források és mintanyagok átadásáért.

### Irodalomjegyzék

- [1] Dobránszky J. – Bernáth A. – Orbulov I.: Magnézium: a fém, mely nagyon könnyű, de fontosnak tartott (1. rész). BKL Kohászat, 138. évf. (2005), 5. szám, p. 35-40.
- [2] Lukács S. – Gutta, A. – Sándor B.: Magnéziumöntései kutatások – motiváció és első tapasztalatok a Fémalk Rt.-ben. BKL Kohászat, 139. évf. (2006), 3. szám, p. 19-23.
- [3] Tawil, D.: The Principles of Magnesium Corrosion protection <http://www.magnesiumelektron.com/data/downloads/Corrosion%20Protection%20Principles.pdf>
- [4] Hills J. E.: Surface Engineering of Magnesium Alloys. Dow Chemical Company, ASM Handbook, Volume 5, Surface Engineering, p. 819-834.
- [5] Gray, J. E. – Luan, B.: Protective coatings on magnesium and its alloys- a critical review. Journal of Alloys and Compounds, 336 (2002) p. 88-113.
- [6] Skar, J. I. – Silvertsen, L. K. – Öster, J. M.: Chrom-free conversion coatings for magnesium die castings – a Review. International Congress Magnesium Alloys and their Applications. Prof. Dr.-Ing. K. U. Kainer, Published Online: 15 May 2006, <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/bookhome/112590529/>
- [7] Azkarate, I. – Cano, P. – Del Barrio, A. – Insausti, M. – Santa Coloma, P.: Alternatives to Cr(VI) conversion coatings for magnesium alloys. International Congress Magnesium Alloys and their Applications, 2000.
- [8] Skar, J. I. – Albright, D.: Phosphate permanganate: a chrome free alternative for magnesium pretreatment. International Congress Magnesium Alloys and their Applications, 2000.
- [9] Hawke, D. – Albright, D. L.: Metal Finishing. 93 (1995) 34.
- [10] Skar, J. I. – Walter, M. – Albright, D.: Non-chromate conversion coatings for magnesium die castings. Society of Automotive Engineers: International Congress and Exposition, Detroit, MI, USA, Session: Magnesium, 1997, p. 7
- [11] Tomlinson, C. E.: Conversion coatings for metals using group IV-A metals in the presence of little or no fluoride and little or no chromium. US 5952049 (1999).
- [12] Skar, J. I. – Walter, M. – Albright, D.: Non-chromate conversion coatings for magnesium die-castings. Proceedings of Society of Automotive Engineers, 1997, p. 7.
- [13] Guerci, G. – Mus, C. – Stewart K.: Surface treatments for large automotive magnesium components. International Congress Magnesium Alloys and their Applications, 2000.
- [14] Friderich, H. E. – Mordike, B. L.: Conversion Coatings Provided by Anodic Plasma-Chemical Reaction in the Electrolyte, Surface Treatments and Protection. Magnesium Technology, szerk.: Peter Kurze, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2006
- [15] Magoxid-Coat. [http://www.aimt-group.com/files/mag-kepla-coat\\_gb.pdf](http://www.aimt-group.com/files/mag-kepla-coat_gb.pdf)
- [16] Electrolytic ceramic surfacing for light alloys. [www.keronite.com/presentations.asp](http://www.keronite.com/presentations.asp)
- [17] <http://idea-fp6.net>
- [18] <http://www.magnesium-technologies.com/apage/9786.php>
- [19] [http://idea-fp6.net/Downloads/Properties\\_of\\_Magnesium&Aluminium\\_Alloys.pdf](http://idea-fp6.net/Downloads/Properties_of_Magnesium&Aluminium_Alloys.pdf) [Table 2.1 Corrosion resistance of the silane based coatings]
- [20] Acceleration or simulated environmental corrosion tests for magnesium alloys. Selected Tables from Corrosion: Materials, Vol 13B, ASM Handbook; Advanced Materials & Processes, March 2006 p. 55

## A LEAN PRODUCTION alkalmazása a kohászatban

**A Lean Gyártás filozófiája a Toyota Gyártási Rendszerből (TPS) alakult ki. A Lean fordítása ebben az értelemben az, hogy termelékeny, takarékos és ezért karcsú. A Toyota Gyártási Rendszer célja, hogy a termelés hatékonyságát növelje a veszteségek következetes és alapos megszüntetésével.**

### Bevezetés

A mai magyar gazdasági viszonyok egyik jellemzője, hogy a vállalatok viszonylag keveset költenek az innovációra. Ez jelenti mind az új technológiák és gépek beszerzését, mind az új termékek kifejlesztését. A gazdasági eredményesség növelését kénytelenek a jelenlegi infrastruktúra hatékonyabb kihasználásával biztosítani. A Lean Gyártás az évről évre csökkenő piaci árak mellett biztosítani tudja a tulajdonosok által elvárt hasznot, a veszteségek és ezáltal a költségek csökkenésével. Alacsonyabb értékesítési árak mellett érhető el a fedezeti arány megőrzése, javul a szállítási teljesítés és kevesebb a hibás termék. A dolgozók moráljának javulását érzük el, ha bevonjuk őket a munkakörnyezetük fejlesztésébe. A munka biztonságosságának növekedése, a vevő-beszállítói együttműködés fejlődése szintén eredményesen megvalósítható a Lean kereteiben. A Lean Gyártás bevezetésének első fázisában jelentős megtakarítások érhetők el – akár 30-40% –, amik a hatékonysági mutatószámokkal mutathatók ki.

### A Toyota Gyártási Rendszer

A TPS egy vezetési filozófiát kombinál a gyakorlattal, melynek eredménye egy sajátos, integrált szocio-műszaki rendszer megalkotása lett. A TPS a gyártás és a logisztika területét veszi célba, beleértve a beszállítókkal kapcsolatos különleges együttműködést. *Taiichi Ohno, Shigeo Shingo* és *Eiji Toyoda* fejlesztette ki a rendszert 1948 és 1975 között. Eredetileg

"Just In Time Gyártás"-nak hívták, ami *Sakichi Toyodának* – a Toyota alapítójának – , a fiának – *Kiichiro Toyodának* – és egy mérnöknek – *Taiichi Ohnonak* – a megközelítésére épült.

Amikor az USA-ba mentek megnézni a Ford szerelősort és tömeggyártást, kissé csalódottak voltak az ott látottaktól. Útjuk során, bemenvén egy szupermarketbe vásárolni, megfigyelték, hogyan szervezik az eladott árucikkek pótlását. Innen vették a húzó rendszerű gyártás alapötletét.

A TPS fő céljai közé tartozik a túlterhelés (pl. szűk keresztmetszet), a következetlenség és a pazarlás következetes kiküszöbölése. Először a túlterheléseket szüntették meg az egyenletes anyagáramlás érdekében. Aztán a rugalmas gyártást oldották meg, ami lehetővé tette a kisebb szériákra való gazdaságos gyártási programok kialakítását. Ez vonta maga után, hogy meg kellett oldaniuk az egyik termékről a másikra való gyors átállást.

Végül a veszteségek kiküszöbölése következett, aminek a segítségével olyan folyamatokat tudtak kialakítani, ahol az értékhozzáadó tevékenységek aránya megnőtt. Érdekes adat, hogy egy átlagos dolgozó a munkaidejének max. 30%-át tölti értékadó tevékenységgel.

A veszteségeknek 7 fő fajtája van:

1. többlettermelés,
2. felesleges mozgás,
3. várakozás (dolgozó vagy gép),
4. anyagmozgatás,
5. felesleges művelet,
6. készlet,
7. hibás termék.

A Toyota jelentősen tudta csökkenteni

a termékei átfutási idejét és a költségeket a TPS révén, mialatt a minőség ugyanezen idő alatt javult.

A TPS tehát egy olyan testre szabott rendszer a Toyotánál, amit egy az egyben nem lehet eredményesen lemásolni. Ennek oka többek között a japán foglalkoztatási rendszerben, a hosszú távú stratégia következetes végrehajtásában, a problémák gyökereinek megszüntetéséhez való hozzáállásban, valamint a dolgozók és a beszállítók problémamegoldásba való bevonása körül kereshetők.

Meg kell ismerni a TPS egyes elemeit ahhoz, hogy jó döntést tudjunk hozni a bevezetésről. Fontos kihangsúlyozni, hogy minden vállalat hordoz egyedi jellegzetességeket, amiket figyelembe kell venni a Lean stratégia eredményes kialakításánál. Erre számos pozitív példa van, ma már Magyarországon is.

### Stabil és szabványosított folyamatok kialakítása

A bevezetés első lépése a felső vezetés elkötelezettségének megnyerése és a testre szabott, helyi körülményekre alkalmazott vállalati Lean filozófia megalkotása. Erre alapozva stabil és szabványosított folyamatokat kell kialakítani. Az autóiipari beszállító kohászati üzemek között nem ismeretlen a Lean és ezen belül a minőségi munkahely kialakítását célzó 5S program, mely a rendezett és tiszta munkakörnyezet megteremtésével és fenntartásával a termelékeny munkavégzés előfeltétele. A veszteségek forrásai gyakran azok a problémák, amelyeket nem jelzünk előre, vagy ha bekövetkeztek, nem lesznek jól láthatóak, hogy a kijavításukat minél hamarabb meg lehessen kezdeni. Erre ad megoldást az ún. vizuális menedzsment, mely táblákkal, jelekkel, hangokkal és egyéb módon figyelmeztet a veszélyre vagy a fennálló problémára. A folyamatokat szabványosítani kell, ami nem csak a műveletek egymásutániságát, hanem az elvégzésükre fordított idő meghatározását is jelenti.

A termelékenység növelésének egyik módja, hogy a berendezéseinket úgy tart-

**Csonka László** okleveles kohómérnök, 1991-ben végzett a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karán. Az egyetem után fél évet dolgozott a *Württembergische Metallwarenfabrik AG*-nál. Magyarországi munkahelyein – jelenleg a *Szenzor Gazdaságmérnöki Kft.*-nél – a vállalati hatékonyságfejlesztés különböző területein dolgozik.



jük karban, hogy képesek legyenek az újkori teljesítményüket hozni. A Teljes Körű Termelékeny Karbantartás (TPM) egyik elterjedt mutatója a gép termelékenységgel kapcsolatos (Általános Gép Hatékonyság – OEE), melyben ott találjuk az állásidőket, a lassabb működés által elvesztett időt, ill. a hibás termék gyártására fordított idő összetevőit. Meg kell valósítani, hogy a gépkezelők egy bizonyos mértékig át tudjanak venni egyszerűbb feladatokat a karbantartóktól a gépek ellenőrzésével, tisztításával és kisebb beavatkozásokkal kapcsolatban.

### A TPS fő oszlopai

A TPS modell egyik fő oszlopa a húzó rendszerű gyártás megvalósítása. Ez azt jelenti, hogy csak annyit és akkor termelünk, amire és amikor arra a következő folyamatnak szüksége van. Ki kell alakítani a folyamatos anyagáramlást, amely révén csökken az átfutási idő és a készletszint. Ehhez a cellarendszerű gyártást célszerű megvalósítani a gépek telepítésénél vagy az üzem átrendezésénél.

A TPS modell másik nagy oszlopa a minőség. Minél később veszünk észre egy hibás terméket, annál nagyobb kárt okoz. Alapelv, hogy hibás terméket nem veszünk át, nem gyártunk és nem adunk tovább. Ha sikerül a műveletek előtt kiszűrni a hibás terméket, akkor nagy lépést tettünk a 0-hibás gyártás megvalósítása felé. A megoldás olyan, hibabiztosságot garantáló technikai elemek beépítése a gépek bemeneti oldalán, amely képes érzékelni a hibás terméket és megakadályozni a műveletre kerülését. Ezt szabályozással vagy gépleállítással – esetleg az operátor figyelmeztetésével – éri el. Jelzés esetén a gépet felügyelő dolgozó fel van hatalmazva a gép megállítására.

### Dolgozók bevonása a teammunkába

A termelékenység növelését a gyakorlatban a vállalat azon dolgozói valósítják meg, akik a hozzáadott értéket növelő folyamatokban vesznek részt. Ott keletkeznek a problémák és ott állnak rendelkezésre az információk a megoldáshoz. A folyamatos fejlesztés minden munkavállaló mindennapos feladatai közé tartozik. Ne csak a nagy megtakarításokra gondoljunk, hanem tudatosítani kell, hogy a legkisebb probléma végleges megoldása is verseny-

előnyt jelent, ha a konkurencia még nem tette meg ugyanazt a lépést. A feltételek kialakításához tartozik, hogy konkrét fejlesztési célokat kell adni a problémamegoldó csapatoknak, és be kell vonni az együtt cselekvésbe a fizikai dolgozókat és a belső beszállítókat is. A folyamatos fejlesztést motivációs rendszer kialakításával kell elősegíteni, amely kapcsolódhat pl. egy mintaterületen való 5S bevezetéshez. A legkisebb ösztönzés vagy elismerés is ösztönző lehet egy dolgozó számára.

### A TPM bevezetése az Alcoa-Köfém Kft. Kérektermék gyárában

*Bottka Zsolt*, a TPM-ért és a benchmarkingért felelős vezető munkatárs volt segítségemre az ottani rendszer megismerésében.

– A TPM bevezetése stratégiai döntés – kezdte a bemutatást. Sok cégnél probléma, hogy a gépeket meghibásodásig terhelik, aztán áll több hétig, amíg újra tudják indítani. A stratégiánk lényege az, hogy a TPM-et a préssoron – mint kulcsberendezésen – kell először megvalósítani, mert leállás esetén annak kiváltása a legnehezebben megoldható. A 3 prés (a legnagyobb 7700 t-s) egy hidraulikarendszerrel dolgozik, ugyanazzal a ciklusidővel. Minőségügyi vészhelyzet esetén nagyon nehezen és hosszabb átfutási idővel tudnánk pótolni a kieső gépeket. Dönteni kellett abban, hogy szán-e a cég pénzt a megelőző és előrejelző karbantartás kialakítására – utóbbira példa a hőkamera, a rezgéselemzés – és tart-e alkatrészeket raktáron. Ezeket a költségeket lehet összevetni a veszteséggel, amit az okoz, ha több hétig áll a sor. Jelenleg mintegy 1300 ellenőrzési pont van, pl. hőfok, nyomás stb. Ezeket szabályozási tervben írtuk elő. Az ellenőrzések elvégzését vonalkódos rendszerben regisztráljuk. A tartalékalkatrész adatbázist a karbantartási FMEA-ből (meghibásodás elemzés) határoztuk meg.

– Hogyan vezetik be a TPM-et a gyárban?

– A TPM bevezetése egy 7 lépéses modellel alapján valósul meg. Jelenleg a 4. lépésnél tartunk – teszi hozzá Bottka Zsolt.

– Mi ez a 7 lépés?

– Az első a gép tisztítása és a problémák láthatóvá tétele. A második a szennyezőforrások megszüntetése és az ellenőrzési pontok könnyű hozzáférhetőségének biztosítása. A harmadik a tisztí-

tási, kenési, ellenőrzési szabályok kidolgozása és a vizuális menedzsment megvalósítása – azaz legyen minden feljelölve. A negyedik, hogy a dolgozóknak megtaníttuk az alapvető kenési feladatok elvégzését. Az ötödik lépésben a gépek kezelőit megtaníttuk, hogy az ellenőrzéseket maguk végezzék el. A hatodik lépésben megteremtjük a gépek környezetének rendjét, tisztaságát, amelyet szabványosítunk és ésszerűsítjük a gépek kiszolgálását. A legmagasabb fokozatban a gépek karbantartása önműködő hibafelismerő rendszerben történik, ill. a gépek kezelői képesek jobbító javaslatokat kidolgozni.

– Hogy történt a TPM bevezetése a gyakorlatban?

– Az ún. Kick Off Eventtel (Megnyitó) kezdődött. Ez egy vidám esemény, amely a cég és a TPM iránti elkötelezettséget erősítette a meghívott 100 munkatársban. Ezek között ott voltak a fizikai dolgozók, de a vezetőség tagjai is. A második lépés egy TPM-munkanap megtartása volt, ahol a módszertant elmondták és kiválasztottuk a gépeket. A kérdéses napon álltak a berendezések és szinte ellepték őket az emberek. Mindenki tisztogatott, a vezetőikkel együtt. Észrevételeket lehetett tenni, amit egy táblára írtunk fel, pl. vannak-e nehezen megközelíthető helyek, hiányosságok, felesleges anyagok. Ebéd után a megtisztított gépen már jól láthatóvá váltak az olajfolyások. A dolgozók bevonásával feltérképeztük ezeket és intézkedés született megszüntetésükre.

– Mennyi észrevétel született ezen idő alatt?

– Pl. a CNC gépen 20 ember dolgozott ezen a napon és 175 észrevételt tettek. 1-2 ember rögtön javította a feltárt hibákat, így kb. 30-at aznap megoldottunk. A nap harmadik részében csoportokra osztottunk és a vezetők beszámoltak a nap eredményeiről: mi volt jó és mi volt rossz. Statisztikák készültek.

– Mely gépek vettek részt a TPM bevezetésében?

– Először a préssor, ahol 110 ember dolgozott rajta, aztán vándorolt a munka a megmunkáló sorra.

– Volt-e gond az újraindításnál?

– Igen. 1 órással plusz javítást okozott, hogy beáztak vagy letörtek érzékelők, de ez elhanyagolható az egész nyeresége mellett.

– Hogyan tudjátok fenntartani a rendszert?

– Művelti utasításban szabályoztuk a

műszakkezdés előtti ellenőrzéseket, az operátori ellenőrzéseket. Fontos szempont, hogy a feladatok egyértelműen el legyenek határolva a karbantartók és az operátorok között. A TPM auditálása az ún. OPEX (Működési Kiválóság) rendszerben történik. A munkavédelmi vonatkozásokat az ASAT (Alcoa Önértékelése) alapján vizsgáljuk.

#### Következtetés

A Lean Gyártás teljes körű bevezetése egy vállalatnál általában 3 évet vesz igénybe. Ez idő alatt végbemegy egyfajta kultúraváltás, amely alapvetően meghatározza a jövőbeli versenyképességet. A kezdeti na-

gyobb sikerek után egy hosszú távú és következetes munka indul meg, amely egészen a világszínvonalig tart.

A Lean Gyártás bevezetése ajánlható azoknak a cégeknek is, akik az elkövetkezendő években a termelési volumen jelentős növelésére nem számíthatnak, hanem a meglévő erőforrások jobb kihasználására kell törekedniük.

A termelékenységet gátló tényezők feltárása során kiderülhet, hogy bizonyos esetekben nagyobb beruházásra vagy technológiai újításra van szükség a továbblépéshez. Néha a jelenlegi telephely-kialakítás vagy a dolgozók morálja miatt nem kivitelezhetők bizonyos vál-

toztatások. Azonban a kitartó fejlesztések eredményre fognak vezetni: a Toyota közel 60 év alatt lett a világ első autógyártója. Így illik rá a neve, melynek eredeti jelentése: Bőven Termő Rizsföld (Toyoda).

#### Szakirodalom

- o Az értékteremtő folyamatok menedzsmentje, Szerk. Chikán A.–Demeter K., 1999
- o 20 Keys to Workplace Improvement, Iwao Kobayashi, Productivity Press, 1995.
- o [http://en.wikipedia.org/wiki/Toyota\\_Production\\_System](http://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_Production_System)

## IX. Fémkohászati Szakmai Nap a Miskolci Egyetemen

A fémkohászok éves szakmai-tudományos nagyrendezvényére ez évben a korábbiaknál is többen jöttek el az ország legtávolabbi részeiből is, hogy a konferencia előadói beszámolhassanak, illetve a hallgatóság friss információkat gyűjthessen a magyarországi kohászati/fémipari fejlesztésekről és az aktuális szakmai történésekről. A szakmai nap szponzorai, az Eurocast Kft., a Salker Kft., a Klein Metals Kft., az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület és a Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Tanszéke változatos programszorozattal készültek az ipari vendégek és az egyetemi hallgatóság fogadására.

A kora délutáni megnyitón *Petrusz Béla*, az OMBKE Fémkohászati Szakosztályának elnöke köszöntötte a konferencia résztvevőit, majd a levezető elnök, *Balázs Tamás* lehetőséget adott *dr. Kékesi Tamás*nak, hogy a Műszaki Anyagtudományi Kar (MAK) dékánhelyetteseként röviden ismertesse a Kar jelentősen megújult oktatási és szerkezeti struktúráját. Az előadó kiemelte, hogy az egész országban egyedülálló kohómérnökképzésből az évek során kifejlődött a változatos anyagrendszerekkel (polimerek, kerámiák, fémek, kompozitok) foglalkozó anyagtudományi alap(BSc) és mester(MSc) képzés, de továbbra is Miskolcon indulhatott el először MSc szinten a fémek előállításában és feldolgozásában járatos felsőfokú szakembereket kibocsátó kohómérnökképzés. Mindezekre épül az országosan is elismerten erős és színvonalas doktorképzés a Kerpely Antal Anyagtudományok és -technológiák Doktori Iskola keretében.

A MAK működésének és fejlődésének – a kohász hagyományoknak megfelelően – a rendszerváltás utáni időkben is a fémipari/kohászati vállalatok adják a legfontosabb háttérét, akik a szakképzési és változatos egyéb támogatási lehetőségeikkel élve, meghatározó jelentőségű fenntartói a számukra mérnökutánpótlást biztosító miskolci intézménynek.

Balázs Tamás kifejezte a szakma abbeli óhaját, hogy a Műszaki Anyagtudományi Kar a jövőben erősítse meg pozícióját a Miskolci Egyetemen belül; majd szót adott *Puza Ferenc*nek, aki a „Civil szervezet – szakmai egyesület az iparban” című előadásában röviden visszatekintett az OMBKE megalakulása (1892) előtti évszázadokban Magyarországon történt és szakmatörténeti szempontból különösen fontos bányászati-kohászati szerveződések, képzésre és egyéb eseményekre. Kiemelte *Born Ignác* működésének jelentőségét, aki a világon először (1786 nyarán) hívott össze nemzetközi műszaki konferenciát a Selmecbánya melletti Szklenón, ahol a 'Sozietät der Bergbaukunde' egyesület is megalakult, mely az OMBKE elődjének is tekinthető. Az OMBKE II. világháború utáni nehéz időszakáról is emlékezett, majd felidézte a miskolci egyetemi éveit, amikor újraindították a selmeci hagyományok felélesztésének egyik legfontosabb elemét, a balek-oktatást. Későbbi munkahelyén, a Székesfehérvári Könnyűféműben (ma ALCOA-Köfém Kft.) élénk szakmai egyesületi munka folyt, melybe bevonták az Alma Materből frissen kikerült mérnök kollégákat is, segítve a beilleszke-

désüket és a szakmai építkezésüket az első munkahelyükön.

*Dr. Csáki József* hozzászólásában ugyanezeket az erényeit emelte ki az Egyesületnek, hozzátéve az egyesületi tagok azon egymás iránt érzett és gyakorolt segítőkészségét, ami a szakmai feladatok megoldásánál is gyakorta megmutatkozott.

Az INOTAL Kft. műszaki igazgatója, *Németh Tamás* bevezető gondolatai az éppen napvilágra került pénzügyi hitelválság és világgazdasági recesszió várható magyarországi hatásainak elemzése körül forogtak, majd tétélesen bemutatta az inotai alumíniumipari vállalkozás berendezés- és gyártástechnológiai fejlesztési terveit, többek között a minőségi ötvözetek gyártása, az olvadéktisztítás, a fémvesztesség csökkentése, az öntvehengerlés, a különböző hőkezelések és kikészítő műveletek, továbbá a termékek felületkezelése terén.

Az ALCOA Európai és Dél-Amerikai Hengerművek üzletágának magyarországi üzeméből, az ALCOA-Köfém Kft. Öntőde Gyáregységéből *Horváth Csaba* vezető metallurgus tartott közvetlen hangnemű, nagyon tartalmas előadást, megemlítve az amerikai cégóriás magyarországi üzemében nagyjából alumíniumhulladék-feldolgozásra alapozott és közel évi háromszázezer tonna kiváló minőségű, többek között a repülőgépgyártásban (például az Airbus számára) felhasználásra kerülő, igen nagy szilárdságú tuskó, s számos más fontos sajtolási, kovácsolási és hengerlési tuskó termékük gyártási technológiájának a részleteit. A konferencia helyszínén, a

Miskolci Egyetemen büszkeségét nem leplezve jelentette be, hogy az ALCOA és az Egyetem között most is folyik olyan kutatásfejlesztési feladat megvalósítása, mely az igen nagy mennyiségű fémolvasztásból eredő leégési és egyéb fémvesztés csökkentését célozza; s további kutatási feladatként jelölte meg az ún. brazing hulladékok újrafelhasználásának problémáját.

A tavalyi évben először egy doktorjelölt hallgatói előadás is színesítette a programot, mely hagyományt idén is folytatta *Szirmai Georgina* harmadéves doktorjelölt, aki a magnéziumötvözetek korróziós és felületkezelése témában osztotta meg tapasztalatait a hallgatósággal. Ennek egyik apropója az volt, hogy a közelmúltban Magyarországon ismét megjelent a másodlagos magnéziumkohászati és magnéziumöntészeti gyártás.

A szakmai konferenciát követő fogadás során *Juhász Borbála* ötödéves kohómérnök hallgató szervezésében és szereplésével egy nagyon hangulatos zenei betéttel nyitották meg a tanárok, diákok és ipari szakemberek baráti találkozóját, melyen a résztvevők kötetlenül beszélgethettek. Ez tulajdonképpen a Műszaki Anyagtudományi Karon tanulmányaikat folytató hallgatók felé egy közvetlen kéznyújtási lehetőség a jelenlévő ipari képviselők részéről.



■ 1. kép. Érdeklődők a Selmeci Műemlékkönyvtárban

A fogadáson és a szakestélyen *Pénzes Pál* (Eurocast Kft.) készített felvételeket, melyek a [www.eurocast.hu/miskolc](http://www.eurocast.hu/miskolc) honlapon tekinthetők meg.

A hagyományos szakestélyt megelőzően az érdeklődőket a házigazda, *dr. Török Tamás* átkísérte a Miskolci Egyetem Könyvtár Levéltár Múzeum épületébe, ahol *Szendy Attila*, a levéltár igazgatója kísért körbe a vendégeket a Selmeci Műemlékkönyvtárban (1. kép).

A szakmai nap méltó lezárása ezúttal is egy kiváló hangulatú szakestéllyel történt, (2. kép) melynek levezetésében közösen vettek részt *Csurgó Lajos* vezényletével a nagyrészt korábban Miskolcon végzett kohómérnökök és a hallgatók, akik a mostani rendezvénysorozat előkészítésé-



■ 2. kép. A szakestély résztvevői

ből is derekasan kivették a részüket. A leutáni szakmai konferencia levezető elnöke, Balázs Tamás, a szakosztály elnöke, Petrusz Béla, továbbá *Hajnal János*, a szakosztály titkára már a hosszúra nyúlt nap befejezése előtt lépéseket tettek, hogy e rendezvénysorozat egyre színvonalasabb formában tovább folytatódjék. A következő évben sorra kerülő X. Fémkohászati Szakmai Nap várhatóan egy jeles szakmatörténeti eseménnyel is kiegészülhet. Nevezetesen 2009-ben tervezik a Műszaki Anyagtudományi Kar és a kohász szakma jeles képviselői, hogy a Kohómérnöki Kar alapító dékánjára, *dr. Horváth Zoltánra*, a Fémkohászatban professzorára emlékezve, neki tisztelegve felavatják bronz mellszobrát.

## A FÉMSZÖVETSÉG szakmai tanulmányútja Miskolcon

### 2008. szeptember 23.

A szakmai nap az UD Stahl Recycling sredder telepén kezdődött, ahol *Mihalik András* adott rövid tájékoztatót a berendezés telepítéséről, eddigi üzemeltetési tapasztalatairól, majd üzemlátogatás következett. (1. kép)

A német AICHEL céggel közösen telepített TSL 2000-es (2000 LE-s) LINDEMANN sredderrel havi 6-10 et hulladék feldolgozását tervezik.

Ezt követően látogatást tettünk az AVE Miskolc Kft. József Attila utcai hulladékkezelő és átrakó telepén. Itt *Kis Péter* ügyvezető igazgató adott tájékoztatást, majd *Bálint Tamás* vezetett végig a telepen. Ennek kapcsán a hulladékátrakó állomást, az íratmegsemmisítő berendezést, a 12 munkahelyes papírválogató sort, bálázósort, műanyag hulladék-válogató üzemet és a hulladékudvart tekintettük meg.

Az É-Magyarországi MÉH ZRt.-nél *Tóth Attila* műszaki igazgató tolmácsolta *Farkas József* vezérigazgató üdvözlését, ismertette a cég létrejöttét és fejlődésének eddigi állomásait, a fő anyagáramokat (vas-, és acélhulladék 102 t/év; színesfém 1400 t/év; papírhulladék 11 t/év, műanyag hulladék 1200 t/év. A Besenyői úti telephelyet *Tanda József* mutatta be.

Innen az Alsó Három Molnár Csárdába hajtottunk, ahol az É-magyarországi MÉH ZRt. vezetése látta vendégül a szakmai nap résztvevőit egy pazar ebéd keretében.

A nap záró eseménye a Központi Kohászati Múzeum meglátogatása volt, ahol *dr. Nyitrai Dániel* okl. kohómérnök tartott szakvezetést, bemutatva az egyes vaskohászati és feldolgozási fázisok technológiáját és berendezéseit. (2. kép)

✍ Szabályár Péter



■ 1. kép. A résztvevők a telepen



■ 2. kép. A résztvevők a múzeum előtt



MENDE TAMÁS – ROÓSZ ANDRÁS

## A CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fázisdiagram likvidusz görbéinek számítása ESTPHAD módszerrel

A kidolgozott ESTPHAD (Estimation of Phase Diagrams) módszerrel az egyensúlyi fázisdiagramok likvidusz, szolidusz görbéi termodinamikailag levezetett egyenletekre alapozva, regressziós analízis segítségével jól kezelhető függvényekké alakíthatók. Az így meghatározott nagyon egyszerű egyenletekkel a hőmérséklet és koncentráció értékek a gyakorlatnak megfelelő pontossággal számíthatók. Az ESTPHAD módszer előnye más fázisdiagram számítási eljárásokkal szemben az, hogy a függvények állandói egyszerűen meghatározhatóak, elegendően pontos eredményt ad és a számítási idő rövid.

Az alábbiakban a CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fázisdiagram (0-60 t% CaO tartalomig) mérési pontjait [1] felhasználva, a különböző fázisok likvidusz görbéinek ESTPHAD módszerrel történő kiszámítását mutatjuk be.

Az anyagtudományokban nagy jelentősége van egy könnyen elvégezhető, mégis a szükséges pontosságú, termodinamikai alapokra épülő egyensúlyi fázisdiagram számítási módszernek. A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán kifejlesztettünk, és különböző (két-, három- és négyalkotós) ötvözetrendszerek (fémek, oxidok) számítására évek óta alkalmazunk egy, az előbb említett kritériumoknak megfelelő eljárást. Az ESTPHAD algoritmussal [2;3] grafikus egyensúlyi fázisdiagramokat, a mérési adatokat és a fázisdiagram számítási algoritmusból (pl.: CALPHAD) származó eredményeket is fel lehet dolgozni, az input adatbázis pontosságával azonos eredménnyel.

### Az ESTPHAD módszer alapjai

#### Termodinamikai alapok

Kétalkotós rendszerben az egymással egyensúlyt tartó fázisok szabadentalpiája az alábbiak szerint függ a koncentrációtól:

$$G^I = G_A^I X_A^I + G_B^I X_B^I + \Omega^I X_A^I X_B^I + RT(X_A^I \ln X_A^I + X_B^I \ln X_B^I) \quad (1)$$

és

$$G^{II} = G_A^{II} X_A^{II} + G_B^{II} X_B^{II} + \Omega^{II} X_A^{II} X_B^{II} + RT(X_A^{II} \ln X_A^{II} + X_B^{II} \ln X_B^{II}) \quad (2)$$

ahol: I olvadási fázis; II szilárd fázis; G szabadentalpia; X koncentráció; R gázállandó; T abszolút hőmérséklet;  $\Omega$  párkölcsönhatási energia

Az (1) és (2) egyenlet alapján a fázisok parciális moláris szabadentalpiája reguláris oldatokat feltételezve:

$$\mu_A^I = G_A^I + \Omega^I (X_B^I)^2 + RT \ln X_A^I \quad (3)$$

$$\mu_B^I = G_B^I + \Omega^I (X_A^I)^2 + RT \ln X_B^I \quad (4)$$

$$\mu_A^{II} = G_A^{II} + \Omega^{II} (X_B^{II})^2 + RT \ln X_A^{II} \quad (5)$$

$$\mu_B^{II} = G_B^{II} + \Omega^{II} (X_A^{II})^2 + RT \ln X_B^{II} \quad (6)$$

ahol:  $G_A^I, G_B^I$ , ill.  $G_A^{II}, G_B^{II}$  a tiszta alkotók szabadentalpiája az I. és a II. fázisban.

Gibbs szerint egyensúlyban a két fázis megfelelő parciális moláris szabadentalpiái egyenlőek:

$$\mu_A^I = \mu_A^{II} \quad (7)$$

$$\mu_B^I = \mu_B^{II} \quad (8)$$

A fenti egyenletekből, az egyenletek állandóinak ismeretében, adott hőmérsékletre kiszámítható az egymással egyensúlyt tartó fázisok összetétele ( $X_A^I, X_B^I$ ), a megoszlási hányados, valamint a likvidusz görbe meredeksége.

### A likvidusz-hőmérséklet számítása

A (7) egyenletből a (3) és (5) egyenlet alapján:

$$\Delta G_A^{I \rightarrow II} = RT \ln \left( \frac{X_A^I}{X_A^{II}} \right) + \Omega^I (X_B^I)^2 - \Omega^{II} (X_B^{II})^2 \quad (9)$$

Az „A” alkotó szabadentalpiájának változása az átalakulás során, a  $(T_0 - T) = \Delta T$  túlhűlés függvényében:

$$\Delta G_A^{I \rightarrow II} = \frac{L(T_0 - T)}{T_0} \quad (10)$$

ahol: L az átalakulás látenz hője;  $T_0$  a tiszta alkotó olvadáspontja

A (9) és (10) egyenletből:

$$\frac{L(T_0 - T)}{T_0} = RT \ln \left( \frac{X_A^I}{X_A^{II}} \right) + (\Omega^I - \Omega^{II}) (X_B^I)^2 \quad (11)$$

**Mende Tamás** szakmai életrajzát lapunk 2008. évi 3. számában közzéltük.

**Roósz András** akadémikus kohómérnöki diplomáját 1968-ban szerezte az NME-n (ma: Miskolci Egyetem). A műszaki tudomány kandidátusa (1983), a műszaki tudomány doktora (1994), az MTA levelező tagja (2004). 1968-tól a ME dolgozója, 1994-től habilitált egyetemi tanár. 1999-től a Fémtani és Képlékeny-alakítástani Intézet Tanszék vezetője, valamint az Anyag- és Kohómérnöki Kar tudományos dékánhelyettese. 1984–91-ig rendszeresen vendégkutató a stuttgarti Max Planck Intézetben, 1992–94-ig vendégprofesszor a Darmstadti Egyetemen. 2006-tól a Kerpely Antal Anyagtudományok és Technológiák Doktori Iskola Doktori Tanácsának elnöke. Fő kutatási területei: fémek anyagok fázisátalakulásai, kristályosodás, modellezés, úranyag-technológia.

Átrendezés után, figyelembe véve, hogy  $X_B^H = k_B X_B^I$  valamint  $X_B^I = 1 - X_B^I$ ,  $X_B^H = 1 - X_B^I$ , és az ln-es tagot a Taylor-sor felhasználásával hatványfüggvénnyé alakítva írható:

$$T = T_0 \left\{ \left( \frac{RT_0}{L} \left( -\sum_{i=1}^n \frac{1}{i} (1 - k_B^i) (X_B^I)^i \right) + 1 \right) / \left( 1 - (X_B^I)^2 (\Omega^I - \Omega^H (k_B^2)^2) \right) \right\} = T_0 \left\{ \left( \frac{RT_0}{L} f(X_B^I) + 1 \right) / (1 - f(\Omega_B)) \right\} \quad (12)$$

Reális oldatok esetén a (12) egyenletben szereplő két hatványfüggvény hányadosát (mivel mindkét függvényben csak az  $X_B^I$  változó) egyetlen hatványfüggvénnyel helyettesíthetjük:

$$\left( \frac{RT_0}{L} f(X_B^I) + 1 \right) / (1 - f(\Omega_B)) = 1 + A(1)X_B^I + A(2)(X_B^I)^2 + A(3)(X_B^I)^3 + \dots = 1 + \sum_{i=1}^m A(i)(X_B^I)^i = 1 + F(X_B^I) \quad (13)$$

A (13) egyenletet a (12) egyenletbe behelyettesítve a likvidusz hőmérséklet a következőképpen számolható:

$$T_L = \frac{T_0}{1 + \sum_{i=1}^m A_L(i)(X_B^I)^i} = \frac{T_0}{1 + F(X_B^I)} \quad (14)$$

A nyílt maximummal kristályosuló  $A_xB_y$  vegyületek likvidusz hőmérsékletének számítása esetén a (14) egyenletben szereplő  $T_0$  a vegyület olvadáspontja, zárt maximum esetében pedig a peritektikus hőmérséklet. Az  $F(X_B^I)$  polinom mindkét esetben a következőképpen számítható:

$$F(X_B^I) = A(1)(X_{B,0}^I - X_{B,i}^I) + A(2)(X_{B,0}^I - X_{B,i}^I)^2 + A(3)(X_{B,0}^I - X_{B,i}^I)^3 + \dots \quad (15)$$

ahol:  $X_{B,0}^I$  – ha nyílt maximum: az  $A_xB_y$  vegyület sztöchiometriai koncentrációja

$X_{B,i}^I$  – ha zárt maximum: a likvidusz görbe és a peritektikus vonal metszéspontja – adott pontbeli likvidusz koncentráció.

#### A likvidusz-hőmérséklet számításának eredményei a CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> rendszerben (0-60 t% CaO)

Munkánk során az input adatként szolgáló mérési adatok [1] felhasználásával a (15) egyenletben szereplő  $F(X_B^I)$  függvény együtthatóinak  $A(1)$ ;  $A(2)$ ;  $A(3)$  meghatározását tűztük célul.

Az 1. táblázatban a számítások kiinduló adatai találhatóak. A számítás során, és az előállított függvények alkalmazásához is

szükséges a kezdeti értékek –  $T_0$  és  $X_{B0}$  – ismerete. A hőmérséklet és a koncentráció tartományok megadása azért fontos, mert a kiszámított függvények csak ezen tartományokon belül érvényesek.

A CaO.6Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO.2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és a CaO.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fázisok likvidusz görbéinek számítása során (2. táblázat) az ESTPHAD módszertől megszokott pontosságnál  $[\pm 10 \text{ K}]$  nagyobb eltérések adódtak. Feltételezéseink szerint ezt az adatbázisokban szereplő, a megkívántnál nagyobb mérési hiba okozhatja. Ilyen jellegű mérési hibapontok kiszűrésére kidolgoztunk egy hibakereső algoritmust, amelynek segítségével kiszűrtük a CaO.2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (3. sor) és CaO.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fázisok (4. sor) esetében a hibás adatokat. Az ezen adatpontokat nélkülöző, módosított számítások eredményei láthatóak a 3.\* és 4.\* sorokban. Ennek a lépésnek köszönhetően az illesztett görbék pontossága nagymértékben javult, elérve az ESTPHAD módszertől elvárt szintet. A CaO.6Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fázis (2. sor) számításának esetében a hibás adatpont eltávolítása nem lehetséges, hiszen eredetileg csak 4 adatpontunk volt, így nincs értelme az adatbázis nagyságát mesterségesen tovább csökkenteni.

Az ESTPHAD hibakereső algoritmusával (amely mindig más pontokat nélkülöző

adatbázisra illesztett függvények közül a legjobb  $R^2$  értékkel rendelkezőt választjuk ki) a mérési hibák kiszűrhetőek.

Amint az a 2. táblázatban látható, az 1. sorban, a 3\*. sorban, a 4\*. sorban és az 5. sorban is az input adatként felhasznált adatok megadott mérési hibahatárán ( $\pm 10 \text{ K}$ ) [1] belül vannak a mért és a számított adatok közötti eltérések. A 2. sorban azonban az adatbázisban szereplő kevés pont közül nem lehet megmondani melyik adat(ok) hibás(ak), így az általunk kiszámított polinom a  $\pm 10 \text{ K}$ -nél nagyobb mérési hibát is leírja.

A 3. táblázatban az ESTPHAD módszerrel előállított A(i) állandók láthatóak. Ezen állandók (és a megfelelő  $T_0$ ,  $X_{B0}$  kezdeti értékek) (14) egyenletbe való behelyettesítésével az adott fázisok kristályosodásának likvidusz hőmérséklete megfelelő pontossággal számítható bármely – tartományon belüli – összetételnél.

Az 1. ábrán a mért, és az ESTPHAD módszerrel előállított likvidusz görbék láthatóak. A 2. ábrán az eltérések figyelhetőek meg a CaO koncentrációjának függvényében, az adott fázisok esetében. A CaO.2Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> és a CaO.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fázisok tartományában látható az eredeti (teljes) adatbázis alapján, és a fent leírt – mérési hiba eltávolító – módosítások utáni számítások közötti eltérés is.

1. táblázat. Az ESTPHAD módszerrel számított kristályosodások paraméterei

	Kristályosodó fázis	Tiszta fázis hőmérséklete $T_0$ [K]	Tiszta fázis koncentrációja $X_{L0}$ [t%]	Hőmérséklet tartomány [K]	Koncentráció tartomány [t%]
1.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2323,6	0	2323,6-2124,3	0-16,917
2.	CaO.6Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2124,3	16,917	2124,3-2039,9	16,917-27,032
3.	CaO.2Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2039,9	27,032	2039,9-1877,3	27,032-36,961
3.*					
4.	CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1877,3	36,961	1877,3-1643,7	36,961-47,908
4.*					
5.	3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1813,1	59,065	1644,5-1813,1	49,277-59,065

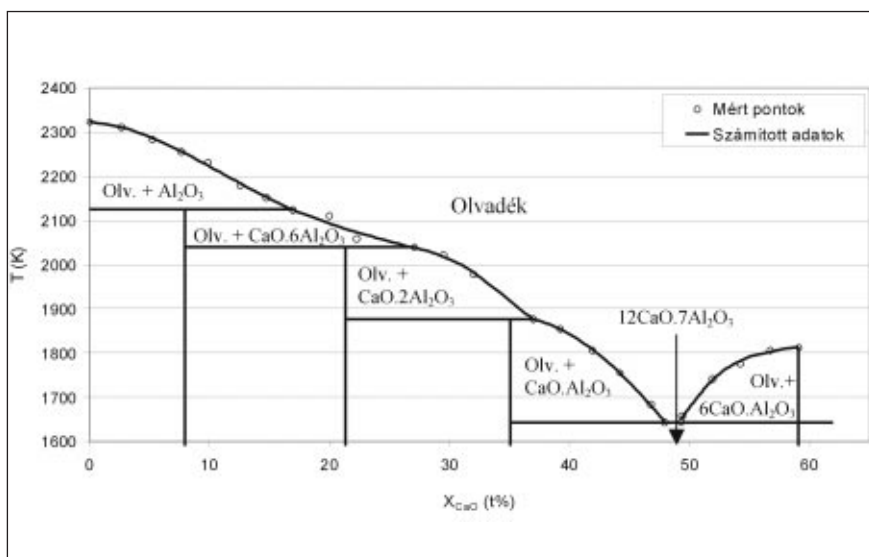
2. táblázat. A számítások eredményének kiértékelése

	Kristályosodó fázis	A mért [1] és a számított értékek közötti két legnagyobb eltérés $\Delta T$ [K]		Átlagos eltérés* $\Delta T_{\text{Átlagos}}$ [K]	$R^2$
1.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,5	-5,4	2,2	0,999068
2.	CaO.6Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,3	-14,1	8,4	0,956748
3.	CaO.2Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-29,3	16,1	13,8	0,971221
3.*		5,0	-3,6	2,3	0,998852
4.	CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,4	-6,7	2,5	0,999140
4.*		2,7	-2,2	1,4	0,999822
5.	3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-5,9	-5,6	4,0	0,9958133

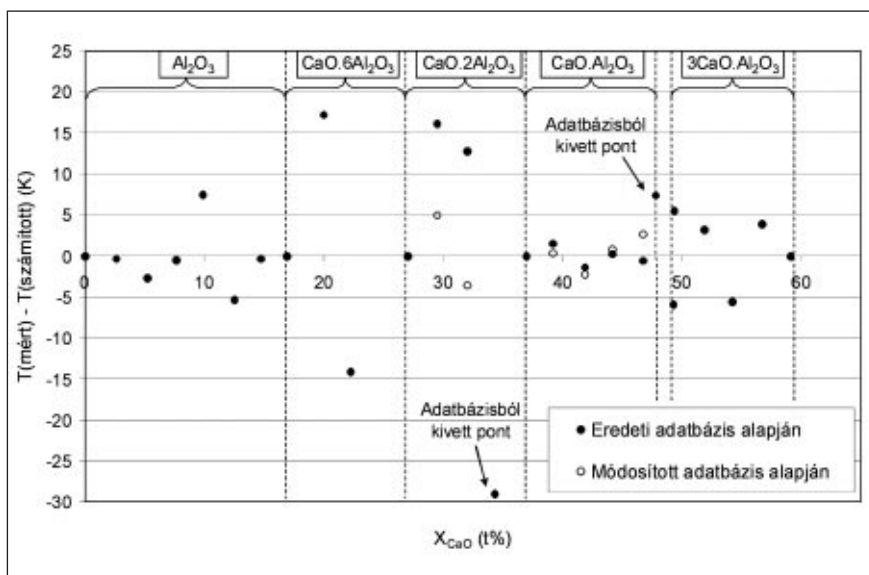
\*(Az adott kristályosodásnál a számításban szereplő összes adatpont eltéréseinek abszolút értékéből számítva)

3. táblázat. Az ESTPHAD módszerrel előállított együtthatók

	Kristályosodó fázis	Az FAB függvény koeficiensei		
		A(1)	A(2)	A(3)
1.	$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,00076264	0,00051867	-0,000013837
2.	$\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$	0,00512133	-0,000090238	-
3.	$\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$	0,0058065	0,00036036	-
3.*		0,00297944	0,00058166	-
4.	$\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	0,0038716	0,00079360	-
4.*		0,0034399	0,0008601	-
5.	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	-0,0023204	-0,000267	-0,0001082



1. ábra. A mért és az ESTPHAD módszerrel számított likvidusz görbék



2. ábra. A mért és az ESTPHAD módszerrel kiszámított likvidusz-hőmérséklet eltérése

A mért diagramban [1] nem látható (és ezért a számított diagramban sem) a  $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$  vegyület, mivel a szerzők – akik méréseit felhasználtuk – ezen tartományban megjelenő fázis adatait nem

tudták egyértelműen megállapítani [1].

Amennyiben ezen átalakulással kapcsolatban is lennének mérési adataink, akkor ennek számításait is el tudnánk végezni.

## Összefoglalás

Munkánk során az irodalomból vett mérési adatokra illesztettünk másod, harmadfokú polinomokat az általunk kidolgozott ESTPHAD módszerrel. A számítások pontossága – egy vegyület likvidusz görbáját kivéve – a mérési hibahatáron [1] belül van. Két fázis kristályosodása esetén a kívánt pontosságot egy-egy – hibásnak vélt – mérési pont adatbázisból történő kivételével tudtuk elérni, hibakereső algoritmus segítségével. A  $\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$  vegyület kristályosodásánál tapasztalható  $\pm 18$  K-es eltérés is valószínűleg mérési hibá(k)ra vezethető vissza, azonban a nagyon kevés (4 db) adatpont miatt pontok eltávolítása, és az újraszámolás sem vezetne komolyabb fizikai tartalommal bíró, valós eredményre, hiszen 3 mérési pontra illeszteni két másodfokú görbét.

Összességként megállapítható, hogy az általunk kifejlesztett ESTPHAD módszerrel az input adatként felhasznált adatbázis pontosságával azonos pontosságú számítások végezhetőek.

## Köszönetnyilvánítás

A cikkben bemutatott munka a T 46546 témaszámú OTKA pályázat keretében készült, a szerzők ezúton mondanak köszönetet a támogatásért.

## Irodalom

- [1] D. A. JEREBSOV, G. G. MIKHAILOV: Phase diagram of  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3$ , Science Direct, Ceramics International 27 (2001) pp. 25-28
- [2] A. ROÓSZ, P. BARKÓCZY, J. FARKAS: The ESTPHAD: a simple tool for the simulation of solidification of multi-component alloys, Proceedings of the 5th Decennial International Conference on Solidification Processing, (2007) pp. 365-368
- [3] A. ROÓSZ, GY. KAPTAY, J. FARKAS: Thermodynamics-Based Semi-Empirical Description of Liquidus Surface and Partition Coefficients in Ternary  $\text{Al}-\text{Mg}-\text{Si}$  alloy; Materials Science Forum Vols. 414-415 (2003) pp. 323-328



# Az Anyagtudományi és Technológiai Bizottság erdélyi útja

## Az erdélyi kihelyezett ülés előzményei

Az MTA Műszaki Tudományok Osztálya keretében működő Anyagtudományi és Technológiai Bizottság (ATB) a 2008 őszen zárult akadémiai ciklusában is több olyan neves magyar szakembert kooptált a hazai választott tagjai mellett a bizottságba, akik szakterületük rangos személyiségei. Egy másik hagyományt is követett az ATB: rendszeresen látogatott el a tudományterületéhez tartozó, oktatással, kutatással és fejlesztéssel foglalkozó intézményekbe. Kihelyezett ülést tartott a bizottság a Miskolci Egyetemen, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, a Bay Zoltán Anyagtudományi és Technológiai Intézetben, az MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézetben, a Dunaferri kutatóintézetében, a Széchenyi István Egyetemen és a Kecskeméti Főiskola GAMF karán. Az ATB albizottságai ugyancsak sok, szakmailag illetékes intézményt és vállalatot kerestek fel.

Az ATB 2008. január 24-i, kecskeméti ülésen *Kolozsváry Zoltán* javaslata alapján a bizottság úgy határozott, hogy a hazai tudományos műhelyek felkeresésének gyakorlatát kiterjesztve, kihelyezett bi-

zottsági ülés keretében meglátogatja az ATB erdélyi tagjainak kutatóhelyeit. Ez a döntés időben szorosan követte az MTA új területi bizottságának, a Kolozsvári Akadémiai Bizottságnak (KAB) a közelmúltbeli megalakulását. A bizottsági ülés időpontját a nyár végére egyeztetttük, és az útiterv ismeretében fél-fél napos programot szerveztek a helyi kollégák Kolozsvárról és Marosvásárhelyen. Az MTA Határon Túli Magyarok Titkársága pénzügyi támogatással és reprezentatív ajándékok biztosításával támogatta a programot.

Ilyen előzmények után jött létre – minden valószínűség szerint első alkalommal az MTA gyakorlatában – egy hazai tudományos bizottság látogatása a határon túl élő magyarság tudományos műhelyeibe.

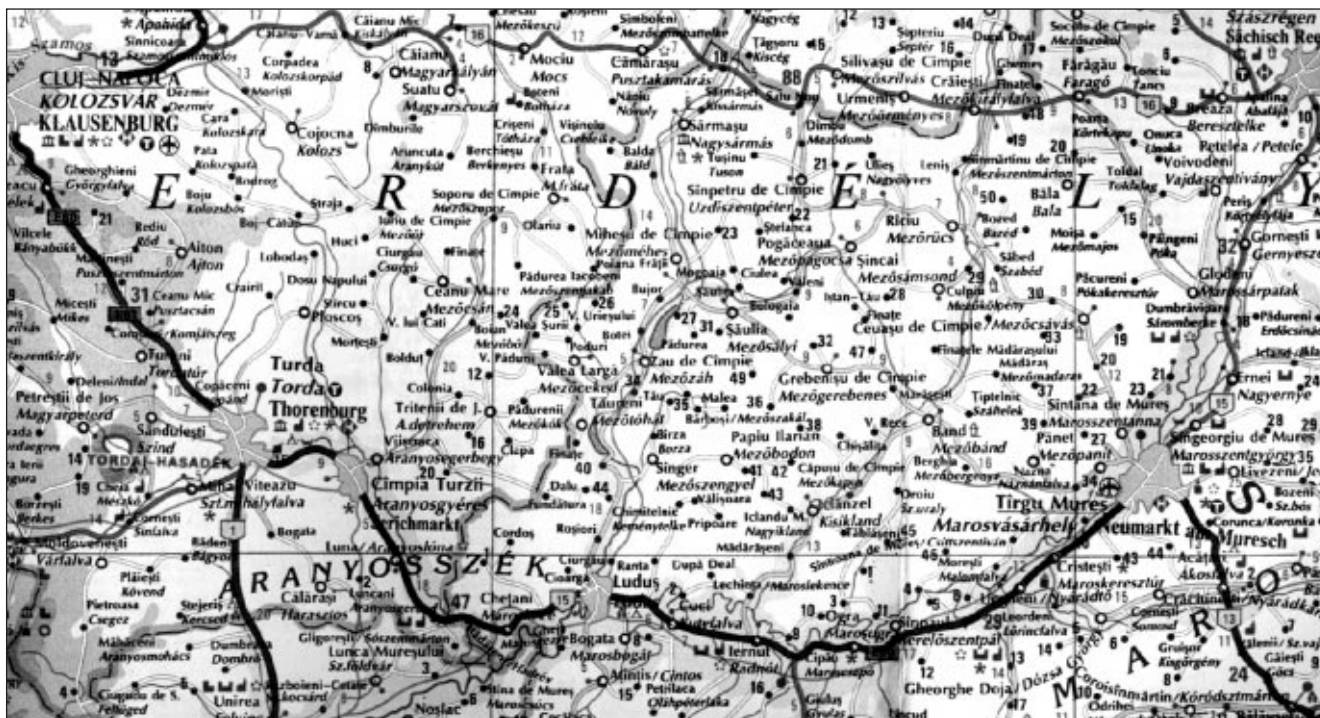
## Az utazás

Az utazáson 14 fő tudott részt venni, akikkel a vendéglátók a helyszínen csatlakoztak. Miskolcra ötven, Budapestre pedig kilencen utaztunk, összesen négy személygépkocsival. A budapestiek augusztus 27-én, szerdán reggel 6 órakor indultak, és 8 órakor Polgártól együtt folytattuk az utat a miskolci kollégákkal Debrecen felé. Ártánd

és Bors között léptük át a magyar-román határt. Nagyváradtól a Sebes-Körös völgyében futó E60-as főúton indultunk Kolozsvárra. Az út kiváló minőségű volt, de a nagy forgalom, valamint a hosszú falvakkal és sebességmérőkkel sűrűn tűzdelt út miatt a haladás jóval lassabb lett. Kellemes időben érkezünk Élesdre, ahonnan már eléggé közel magasodtak a Réz-hegység és a Király-erdő vonulatai. A négyes konvoj kétfelé szakadt, ezért a csapatnak csak az egyik fele állt meg a Király-hágón: *Dudás Illés* professzor sosem mulasztja el, hogy megigyon itt egy kávé. A vásáráról századok óta híres Körösfeketető, majd Csucs, Bánffyhunad, Körösfő következett, ahonnan a Kapus, Gyalutól pedig a Hideg-Szamos völgyében haladtunk keresztül Kalotaszegen, és a délutáni csúsforgalom közepette – egy kis tévelygéssel fűszerezve – szerencsésen megérkeztünk a kolozsvári városházához, ahonnan átsétáltunk a főtéren keresztül az Agape vendéglőbe, ahol nagyszerű környezetben ebédeltünk.

## Az MTA Kolozsvári Akadémiai Bizottságnál

Az ebédet követően – amelyen kolozsvári



■ A felkeresett erdélyi vidék



■ Az MTA Kolozsvári Akadémia Bizottságnál az Erdélyi Múzeum-Egyesület székházában

és vásárhelyi vendéglátóink is részt vettek – az Erdélyi Múzeum Egyesület (EME) székhelyére mentünk, és megkezdődött a bizottsági ülés hivatalos programja. *Tisza Miklós*, az ATB elnöke köszöntötte a MTA KAB és az ATB jelen lévő tagjait, majd ismertette az Erdélyben tartandó bizottsági ülés előzményeit és kifejezte azt a reményét, hogy ezzel a látogatással is erősíteni lehet a Kárpát-medencei magyar–magyar és magyar–román tudományos kapcsolatokat. Megnyitójának végén megköszönte a programok előkészítését és a vendéglátást. *Péntek János* nyelvészprofesszor, a KAB elnöke üdvözölte a jelenlévőket, külön is köszöntötte *Ioan Vida-Simitit*, a Kolozsvári Műszaki Egyetem Anyagtudomány és Technológia Karának dékánját és *Egyed Ákost*, az EME elnökét. A KAB elnöke tájékoztatást adott a KAB 2007. január 1-jével történt megalakulásáról, majd a tudományos közélet és a KAB szervezeti kiépülésének azóta végbe ment eseményeiről. Hangsúlyozta, hogy nagyon jó, intézményes kapcsolatokat alakítottak ki a romániai magyar tudományos műhelyek mellett a Román Tudományos Akadémiával is. *Ioan Vida-Simiti* dékán is üdvözölte az ATB tagjait, bemutatta az általa vezetett kar tudományos tevékenységét, és hangsúlyozta, hogy számára rendkívül elismerésre méltó ez a látogatás. *Egyed Ákos* történészprofesszor, az EME elnöke rövid áttekintést adott 150. évéhez közeledő egyesület újjászervezé-

séről és jelenlegi működéséről, kiemelve, hogy az erdélyi magyar értelmiségnek mennyire fontos közéleti fóruma, hasonlóan más intézményekhez. A kolozsvári bizottsági ülés végén *Csibi Vencel* professzor, az MTA KAB alelnöke röviden ismertette a Kolozsvári Műszaki Egyetemen zajló átalakulásokat, és javasolta, hogy a még hátralévő utazás miatt a részletesebb bemutatást másnapra halasszuk. A kolozsvári bizottsági ülés baráti beszélgetéssel és csoportkép készítésével zárult.

#### **A Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem Műszaki és Humántudományok Karán**

A kolozsvári program befejeztével, 19 óra körül elindultunk Marosvásárhelyre. Vezetőnk, *Kolozsváry Zoltán* a zsúfolt Torda–Marosludas–Radnót–Kerelőszentpál országút helyett a Mezőségen át vezető 16-os főutat javasolta, őt azonban csak *Tisza Miklós* tudta követni. A hatautós konvojunk többi tagja azonban már Kolozsvár centrumában szétzilálódott, és négyen négyfelé szakadtunk. A gyér forgalmú, tekervényességében is gyönyörű *Apahida–Pusztakamarás–Mezőszilvás–Fargó–Szászrégen* út a besötétedés után izgalmas kalandtúrává vált, főként azoknak, akik *Mezőkirályfalvánál Szabéd–Mezőcsávás–Marosszentanna* felé rövidítettek vagy 30 km-t. Végül azonban, este 11-re mindenki szerencsésen megérkezett a

Koronka Panzióba, ahol fantasztikus vacsora és szállás várt mindenkit.

A reggeli után a Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem (EMTE) Marosvásárhelyen működő Műszaki és Humántudományok Karának a közelben lévő impozáns épületében kezdődött meg az ATB kihelyezett ülésének második szakasza. *Tisza Miklós* köszöntötte a bizottság tagjait, ismételtlen megköszönte a szervezőknek, *Kolozsváry Zoltánnak*, *Csibi Vencelnek* és *Hollanda Dénesnek* az előkészítést és a fogadást, és ismertette a napi programot, amelyben a tájékoztatókat követően az egyetemi laboratóriumok, majd pedig a Petru Maior egyetem meglátogatása szerepelt.

*Csibi Vencel* előadásában bemutatta a Kolozsvári Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karát, azon belül is saját tanszékét, a Mechanizmusok, Finommechanika és Mechatronika Tanszékét, amely az EU-ba való belépés óta jelentős fejlesztési forrásokat pályázott meg, és a régi, folyamatos miskolci kapcsolatok mellett széleskörű nemzetközi együttműködések alakít ki. *Csibi Vencel* felvetette, hogy az 1990 óta az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) égisze alatt rendezett Országos Gépész Találkozó (OGÉT) programjába célszerű lenne felvenni az „anyagtudomány és anyagtechnológia” témakört is, amely felvetést a bizottság tagjai egyöntetűen helyeselték. Bejelentette, hogy a jövő évi OGÉT 2009 áprilisában, Gyer-



győszentmiklóson kerül megrendezésre, és a bizottság minden tagját meghívta a konferenciára.

Hollanda Dénes, dékán, a Gépészmérnöki Tanszék professzora részletesen ismertette a Sapientia EMTE megalakulásának előzményeit az 1990-es romániai forradalomtól kezdve a 2001-es magyar kormányhatározaton át az építkezés, a megnyitás és az akkreditáció állomásáig. Rámutatott, hogy az egyetem és az általa vezetett kar működése folyamatos küzdelmet jelent, egyebek mellett azért, mert a magánegyetem státus miatt nem tudnak fejlesztési forrásokra pályázni. Az oktatás minőségével, az itt szerzett diplomák elismertségével tudják a tandíjas képzésre a jelentkezőket megnyerni; ennek a minőségnek az alapját azzal tudták megteremteni, hogy az egyetem indulásakor a legjobb oktatókat sikerült alkalmazni, akik jelenleg is kitartanak, noha a fizetésüket nem tudták az elmúlt években jelentősen növelni.

Ezután Kolozsvár Zoltán, az S.C. Plasmaterm S.A. igazgatója mutatta be az általa vezetett vállalat tevékenységi körét, kutatás-fejlesztési projektjeit. A precíziós öntés és a különleges felületkezelések te-

rületén az állandó innovációra rendezkedett be a cég, és jelenleg is több magyarországi és európai uniós K+F projekt szereplője, Románia egyik meghatározó vállalata az adott szakmai területen. Kolozsvár Zoltán kiemelte, hogy a vállalat mindenkor jelentős hangsúlyt fektetett az egyetemekkel való együttműködésre, és a Sapientia tevékenységéhez is minden tőle telhető módon támogatást nyújt.

A szóbeli tájékoztatók után a bizottság végigjárta az egyetem kiválóan felszerelt informatikai laboratóriumait és könyvtárát. Hollanda Dénes elmondta, hogy a bővítés első lépéseként nyelvi laboratóriumokat kívánnak felszerelni, amelyek az indítandó szakfordító-tolmacs szak képzését támogatnák, majd pedig a bentlakás (kollégium) és a másik tanulmányi épület következne. A bizottsági ülés végén a helyi sajtó kért beszélgetést a bizottság elnökétől és a helyi vezetőktől. Az erdélyi vendéglátók az egyetem kiadványaival, reprezentációs tárgyaival és Marosvásárhely jelképét, a megyeháza tornyát szimbolizáló precíziós öntvény szobrocskával ajándékozták meg az ATB tagjait, majd a Sapientia is egy csoportkép készítésével

ért véget a bizottsági ülés. A Sapientia-ról a városban lévő Petru Maior egyetemre látogatott a bizottság.

#### A marosvásárhelyi Petru Maior Egyetemen

Az egyetemen *Liviu Marian* rektor és a tanári kar nagy számú képviselői fogadták az ide látogató ATB-t. Liviu Marian rektor köszöntötte a magyar delegációt, név szerint és szakterületük megadásával bemutatta a jelen lévő kollégáit, majd tájékoztatást adott az egyetemen az utóbbi években lezajlott jelentős fejlődésről. Tisza Miklós megköszönte a szívélyes fogadást, bemutatta a bizottság tagjait, és röviden ismertette az MTA törekvéseit az erdélyi kapcsolatok bővítésére. Ezután a bizottság meglátogatta az egyetem jó néhány laboratóriumát, amelyek többségében intenzív felújítási munka zajlott. Korszerű szerszámok, klasszikus oktatási eszközök mellett a helyi kollégák bemutattak egy igen nagy becsben tartott csigahajtóművet is. A látogatás után a bizottság a Koronka Panzióban ebédel, elkészített vendéglátóitól, és elindult a hosszú hazaútra.

**Dobránszky János**



■ Az MTA ATB tagjai, (balról jobbra) Gácsi Zoltán, Csibi Vencel, Kundrák János, Dobránszky János, Tóth László, Gillemot Ferenc, Dévényi László, Hollanda Dénes, Dudás Illés, Verő Balázs, Tisza Miklós, Mátyási Gyula, Kolozsvár Zoltán, Czoboly Ernő, Buza Gábor és Arató Péter a Sapientia Egyetemen



■ A Petru Maior Egyetemen



## Ipartörténeti emléknap Salgótarjában

Salgótarjában a 2008-as év azzal az érdekességgel emlékezteti a technikatörténet után érdeklődő és azt szívükön viselő embereket, hogy több olyan vállalat- vagy gyáralapítási eseménynek van jeles évfordulója, ami szintén nyolcra végződő évszámokhoz kötődik. Ezek az üzemek a város történetében azzal a jelentőséggel is bírnak, hogy minden bizonnyal kiemelkedő szerepük volt a 19. század eleji kis Salgó-Tarján település oly nagy mértékű fejlődésében, aminek eredményeként az az 1920-as évekre városi címet kapott.

Melyek is e fejlődés legjelentősebb eseményei?

Az 1700-as években ugyan már felfedezték a környéken a szén jelenlétét különböző szénkibúvásokban, azonban az érdemi kitermelés csak 1848-tól indult meg, amikor a város környékén lévő Inászó település mellett megnyitották az első, iparszerű széntermelést megkezdő Ó-Mária tárót. Az e területen folyó munka adta az induló lökést a salgótarjáni szénbányászat és nagyipar kifejlődéséhez. A szén azonban itt elfogyott, a termelés más területekre helyeződött át. Ma Inászó már csak szénbányászat-történeti emlékhely, holott az 1900-as évek elején egy kb. 2 000 lakosú bányatelep volt önálló iskolával, üzletekkel, lakóteleppel és minden olyan létesítménnyel, ami egy ilyen telepen előlnek szükséges. Mára pedig Inászó sorsára jutott és gyakorlatilag megszűnt a nógrádi szénbányászat.

A nógrádi szénbányászatban még egy jeles évfordulóra emlékezhetnek a bányászat emlékeinek őrzői, ugyanis 1868-ban alakult meg a Salgótarjáni Kőszénbánya (SKB) Rt.

A következő ilyen, szintén nagyobb horderejű emlékezésre alapot adó esemény az az ugyancsak 1868-ban történt gyáralapítás, amikor a felvidéken működő kisebb ércbányák és ércfeldolgozók tulajdonosai közös érdekeik alapján létrehozták a Salgótarjáni Vasfinomító Társulatot.

A „legfiatalabb lenne” ebből a szem-

pontból az 1938-ban alapított Ötvözetgyár, tarjániisan a „fe-szi”-gyár, de mint a szakmabeliek előtt bizonyára ismert, sajnos erről is már csak mint egykor volt gyárról emlékezhetünk meg, hiszen a 2000. évet sem élte meg termelő üzemként.

Ezen emlékezetes évfordulók egybeesése adta az alapot ahhoz, hogy a városunkban működő és az iparágakhoz kötődő civil szervezeteknek javasoljuk, összefogva, közös „Ipartörténeti emléknapon” emlékezzünk meg az évfordulókról. Javaslatunkat felkarolta a Civil Kerekasztal elnöksége is, aminek eredményeként közös előterjesztésünkkel elnyertük a város önkormányzatának anyagi és eszmei támogatását. Mi sem bizonyítja ezt jobban, mint hogy a rendezvény megnyitását felvállalta városunk polgármester asszonya, Székyné dr. Sztrémi Melinda, aki a 2008. október 10-én az acélgyári volt Kohász Művelődési Központban megrendezett emléknapon köszöntötte a jelenlévőket.

A város vezetése és néhány civil szervezete már több évvel ezelőtt élő kapcsolatot épített ki az egykori arany- és ezüstbányászatáról híres észak-erdélyi Óradna magyar kisebbségével. Amikor hírt kaptak a rendezvényünkről, elhatározták, hogy ők is részt kívánnak azon venni, ezért a tervezett salgótarjáni látogatásukat erre az időre ütemezték. Külön érdekessége volt a megemlékezések napjának, hogy eljött az ottani önkormányzat egyik tanácsnoka, a magyar kisebbségiek néhány vezetője és a fúvószenekar, úgy hogy 18 erdélyi vendégünk velünk ünnepelt. A rendezvény előtt a fúvószenekar, a salgótarjániakkal felváltva, üdvözlő muzsikával fogadta a résztvevőket.

Az óradnai színesfém-bányászat egyébként majd ezer éves történelemmel bír, melyről Szőke Kálmán bányamérnök adott számunkra érdekes összefoglalót.

A programunkba további, a városunkban még működő gyárak és üzemek képviselőinek történeti visszaemlékezései is

belekerültek, így végül a következő előadások hangzottak el:

*Józsa Sándor:* Szénbányászatunk története röviden

*Liptay Péter:* Az acélgyár 140 évéről röviden

*Marek Aladár:* Az Öblösüveggyár 115 éves Szalai János: A salgótarjáni tűzhely- és kályhagyártás története

*Solymár András:* Volt egy Ötvözetgyárunk *Németh József:* Bányagépgyártás Salgótarjában

*Drótos László:* Salgótarján Megyei Jogú Város és civil szervezeteinek bekapcsolódási lehetőségei a Közép-európai Ipari Örökség Útja nemzetközi mozgalomba

*Szőke Kálmán:* Az ezer éves óradnai arany- és ezüstbányászat

Az előadók egy kivétellel korábbi, ma már nyugdíjas dolgozói voltak az egyes üzemeknek. Meg kell jegyeznünk, hogy egyedüli kivételként csak a tűzhelygyáriak vezetése támogatta rendezvényünket (Szalai János maga is a gyár műszaki igazgatója, és rajta kívül a gyár vezérigazgatója is jelen volt), amíg a többi, még ma is működő üzem vezetése sem az előkészítési együttműködésre való felkérésünkre, sem meghívásunkra nem reagált.

Az egyes előadások tartalmi összefoglalói is meghaladnák ezen kis beszámoló kereteit, de azt ki lehet jelenteni, hogy a rendezvény sikeres folytatásában reményünk van arra, hogy ezen előadásokat egy kis emlékfüzetben a Polgármesteri Hivatal segítségével meg tudjuk jelentetni.

Az emléknap programja nem csak az előadások meghallgatását jelentette, hanem egy hagyományos ipar- és hagyománytörténeti szakestéllyel folytatódott, melyen több résztvevő most debütált a szakestéllyel kapcsolatos ismeretekből. Itt a már említett erdélyi vendégeken kívül az emlékező salgótarjániak mellett több fiatal résztvevőnk volt a Miskolci Egyetem, illetve a Balassagyarmati Palóc Kör ifjai közül.

*Józsa Sándor-Liptay Péter*

## Szakmai találkozó Mindszenten

Az OMBKE Fémkohászati Szakosztály kecskeméti helyi szervezetének tiszántúli csoportja szakmai napra hívta az érdeklődőket 2008. szeptember 26-ra. A két-három évenként megrendezésre kerülő találkozók között ez immár a hatodik volt a sorban.

A rendezvényen hatvannégyen vettek részt Budapestről, Kecskemétről, Mosonmagyaróvárról, Soltról, Székesfehérvárról, és persze a helybéliek: bányászok, kohászok, gépészek, vegyészek, erdészek. Megtisztelő volt, hogy elfogadta a meghívást *dr. Tolnay Lajos*, Egyesületünk elnöke és *Petrusz Béla*, a Fémkohászati Szakosztály elnöke is.

A szakmai program Hódmezővásárhelyen az IMERYS Tűzállóanyaggyártó Kft.-nél kezdődött üzemlátogatással. A résztvevőket *Hegedűs Levente* ügyvezető igazgató köszöntötte a gyár reprezentatív tárgyalójában (1. kép). Érdekes, részletes tájékoztatót adott a gyár tevékenységéről *Megyeri József* minőségügyi, munka- és környezetvédelmi vezető. A szakmai kérdések megválaszolásában és az üzemlátogatás során a technológus kollégák segítettek. Az IMERYS Kft. étetésre kerülő termékek (pl. tetőcserepek) tárolására és az étetés során a deformációt megakadályozó megtámasztásra szolgáló tűzálló palettákat és különféle hőálló termékeket gyárt, szinte kizárólag exportra. A gyár Hódmezővásárhely egyik legnagyobb üze- me, több mint száz főt foglalkoztat. A bemutatót követően szakmai párbeszéd alakult ki vendégek és vendéglátók között.

A várossal való ismerkedés részeként a csoport megtekintette az Emlékpontot. A terrorizmus áldozatait bemutató kiállítás mély benyomást tett a résztvevőkre. A nyugdíjas korosztály gondolatban ismét átélte a borzalmakat, a fiatalok pedig bizonyítékokkal látták alátámasztva a történelemből tanultakat.

Rövid városnézés után a vendégek Mindszentre utaztak. A szállás elfoglalását követően a mindszenti révátkelőnél folytatódott a program, a kompra az alkalomra szervezett „különjáratán”, a Tisza közepén. A rendezvény házigazdája, *Széll Pál*, a Tisza és a mindszenti emberek kapcsolatáról beszélve a szabályozásban résztvevő kubikusokról, a halászsokról és az árral való küzdelemről emlékezett meg. Ezt követően *dr. Zsótér István*, Mindszent város polgármestere üdvözölte a vendégeket. Pohárköszöntőjében kiemelte, rendkívüli és megtisztelő esemény, hogy egy bányász-kohász szervezet ezen az alföldi településen tartja összejövetelét, mely egyben szép példája a hagyományőrzésnek is.

A Mindszenti Halászcárdában *Hevesi Judit* – Mindszent gyöngyszeme – moldvai dalcsoporttal köszöntötte a vendégeket. Az elfogyasztott bőséges vacsorát szakestély követte. Hosszas korteskedés után *Dánfy László* alias Bubó vegyész-mérnök tagtárs kapott megbízást az elnöki teendők ellátására (2. kép), akit váratlanul, de nem felkészületlenül ért a döntés. Az el-

nök major domusnak *Bognár Gábor* alias Pagát erdőmérnököt, kontrapunktnak *Gál János* alias Pici kohómérnököt, cantus praesesnek, először az általa vezetett szakestélyeken, hölgyet, *Bognár Gáborné* alias Tekintetes erdésznét kérte fel. A garatőr szerepét *Széll Pál* alias Izaura gépészmérnök látta el. A szakestélyen a komoly pohár *dr. Tolnay Lajos* kohómérnök, Egyesületünk elnöke, a vidám pohár *Kiss Csaba* alias Balhész Charley bányamérnök részéről hangzott el.

A résztvevők e helyen is megemlékeztek a közelmúltban eltávozott tagtársakról és egykori egyesületi vezetőkről. A szakestély résztvevői nagy szeretettel köszöntötték Egyesületünk elnökét, aki 60. születésnapját ünnepelhetné körünkben. A számos tartalmas hozzászólást és a selmeci nótákat, valamint a történelmi szakmák himnuszait követően, a szakestély hivatalos része végeztével, a tiszántúli rendezvényekre oly jellemző kellemes retro zenére táncra perdültek a résztvevők, melynek nyitótáncát a szakestély választott elnöke és a házigazda vállalta fel erre az alkalomra felkért hölgyek közreműködésével. A hajnalig tartó tánc és nótázás után a szálláshelyekre visszatérve búcsúztunk el egymástól és a vendéglátó tiszántúli kollégáktól. A bátrabbak több naposra szervezték alföldi tartózkodásukat. A visszajelzésekből ítélve ez a rendezvény is jól sikerült.

✍ Széll Pál – Dánfy László



■ 1. kép. A szakmai nap résztvevői



■ 2. kép. A szakestély elnöksége

## Hírek az OMBKE mosonmagyaróvári helyi szervezet életéből

Nemrég jelent meg beszámolóink az év első rendezvényeiről, és ím, lassan lehullnak a falevelek, az év vége közeledik. Nem panaszkodhatunk, nagyon mozgalmas időszakot zárt helyi szervezetünk.

Kiemelkedő rendezvényünk volt június 6-án a Dunaszigetre szervezett XV. tudományos szakmai nap. Mindig nagy figyelem kíséri rendezvényünket, de az idei minden várakozást felülmúlt. Nem csak a jó program volt fontos vendégeink számára, melynek során elhangzott komoly szakmai előadás, meglátogattuk a dunakiliti duzzasztóművet, volt formakészítési bemutató, szakestély, bemutatkozott egy tíztagú tangóharmonika zenekar, de rendezvényünk részeként a Fémkohászati Szakosztály is itt tartotta vezetőségi ülését. Régen volt részünk ilyen megtisztelésben, köszönet érte a vezetőségnek, hogy jelenlétük is bizonyította helyi szervezetünk elismertségét. Úgy váltunk el a rendezvény végén, hogy jövőre újra találkozunk, ezt a rendezvényt, mint hagyományt ápoljuk már.

Alig pihentük ki a szakmai nap fáradalmait, máris ott voltunk Székesfehérváron a Bányász-Kohász-Erdész találkozón. Felémelő érzés volt találkozni az ország minden részéről érkezett kollégákkal, barátokkal. Köszönet a szervezőknek ezért a jól sikerült programért.

Rövid nyári pihenés után mozgalmas ősz kezdődött. Szeptember 5-én ismét együtt voltunk Selmecbányán (1. kép), ahol talán még az égiek is minket vártak, hiszen három gyönyörű, napsütéses napot adtak nekünk. Sok beszámoló készült a rendezvényről, de mint résztvevő hadd mondjam azt, ilyen jól szervezett, baráti fogadtatásban régen volt részünk. Megfogadtuk, „Ha Selmec hív, mi ott leszünk”. Terveinkben már szerepel, hogy jövő évben népes csapattal megy helyi szervezetünk a szalamanderre. A Fazola-napokon is részt vettek képviselőink, akik szép élményekről számoltak be.

Külön kiemelem szeptember 19-20-át, amikor a csepeli helyi szervezet országjáró túrájának voltunk egyik célpontja. Sokszor beszélünk arról, van-e kapcsolat a helyi szervezetek között, összetartó-e a csapatunk. Most ennek volt egyik fényes bizonyítéka a városnézés és a két helyi

szervezet közös esti programja. Szükségesek ezek a rendezvények, hiszen erősítik kapcsolatainkat, nem hagyják eltunyulni, ellaposodni és magába fordulóvá válni helyi szervezeteinket. Örömmel várjuk őket vissza, és ígérhetjük a viszontlátogatást is.

Szeptember utolsó hétvégéjét is ennek az országjáró kapcsolatépítésnek áldoztuk, amikor a tiszántúliak meghívására Mindszenten lehettünk. Köszönet Széll Palinak és Izának a csodálatos hétvégéért, a szervezésért és a vendéglátásért.

De nem csak kirándultunk, hanem komoly munka is folyt szervezetünknel. Pivarcsi László elnökünknek köszönhetően ismét elkezdődött a „pikhammerek” sorozatgyártása. Örömmel tapasztaljuk, nagy az érdeklődés iránta. Természetesen nem fogunk leragadni egy emléktárgynál, már tervezzük az újakat is, melyek reményeink szerint meglepetést fognak okozni mindenkinek.

Vezetőségi üléseinket havi rendszerességgel megtartottuk, értékelve tevékenységünket és szervezve a további teendőket.

Sajnos két szomorú esemény is történt ebben az időszakban. Elhunyt Ferenc Ist-

ván, helyi szervezetünk korábbi elnöke, és Tamás Tivadar szervezőtitkárunk. Nehéz méltatni tevékenységüket, hiszen mit lehet elmondani két olyan emberről, akinek élete volt a bányász-kohász hagyományok ápolása, a helyi szervezet mindennapjainak irányítása. Pótolhatatlan veszteség ért bennünket, de úgy hiszem, az egész Egyesületet is. Nyugodjanak békében, kívánunk nekik utolsó Jó szerencsét!

Nem fogunk pihenni az év hátralevő részében sem. Október végén a Miskolci Egyetem 14 diákját és 4 oktatóját fogadjuk kétnapos szakmai kirándulásukon, több gyárlátogatást is szervezve nekik. Novemberre tervezzük évzáró összejövetelünket, de azt hiszem, addig még sok helyi szervezetet és csoportot fogunk meglátogatni egy szakestély erejéig.

Hisszük és valljuk, hogy más helyi szervezetekkel kiépített kapcsolataink erősítik egységünket, szakmaiságunkat, barátságunkat. Nem is lehet ezt szebben kifejezni, mint a székesfehérvári közgyűlésen elhangzott hármas jelszóval: „Szakmaszeretet, barátság, hazaszeretet!”.

Jó szerencsét!

 Csutak István



■ 1. kép. Helyi szervezetünk tagjai Selmecbányán



## Salgótarjáni tagtársaink Észak- és Dél-Komáromban jártak

Lehet, hogy némelyeknek még nem megszokott e határvárosok ilyen elnevezése, amivel mi is ott találkozhattunk egy prospectusban, ahova az OMBKE Salgótarjáni Osztálya több napos kirándulását komáromi, vagy más néven révkomáromi szálláshellyel szervezte meg.

Márciusban kezdtük el ez évi kirándulásunk szervezését. Kapcsolatot kerestünk és találtunk egy komáromi középiskolai kollégiummal, ahol kedvező áron tudtunk szállást és félpanziós ellátást lekötni 2008. július 20-23-ra. Családtagokkal kibővített kirándulásunk célja a Csallóköz több magyar emlékhelyének felkeresése, és benne a számunkra is „elhíresült” bósi erőmű legalább külső megtekintése volt.

Először – az előző évi tapasztalatok alapján – csak egy 25 fős autóbust rendeltünk, de már május elején kiderült, hogy e terület jobban vonzza tagtársainkat, és így buszrendelésünket módosítani kellett, egy nagyobb busszal végül is 35-en indultunk útnak.

Programunk szerinti első megállónk még hazai földön, az egykor nemesfémércbányászatáról híres, lassanként az enyészetté váló elfeledett településen, Nagybörzsönyben volt. Itt a 13. században épült Szent István-templomot, majd a német bányászok által épített Bányász templomot látogattuk meg. Az utóbbi bejáratí homlokzata felett 1417-ből való, kőből faragott bányászcímer látható. A templom orgonáját Diósi János kollégánk a Bányászhimnusz dallamaival szólaltatta

meg, amit közösen el is énekeltünk. Ezután a Bányagazda házában bányászati kiállítást, majd egy műemlékké nyilvánított vízimalmot látogattunk meg.

Köszönhetően a megváltozott európai viszonyoknak, könnyen jutottunk el Párkányba, utazásunk első szlovák városába, ahol az újjáépített Mária-Valéria hídról az Esztergomi bazilika és várom panorámája volt számunkra a legszebb látnivaló. Néhányan átsétáltak Esztergomba, többen a szomjúság elleni védekezésül helyi „fontos” helyeken töltötték el a szabadprogramra szánt időt, mielőtt szálláshelyünket elfoglaltuk volna.

Másnap Komáromban megnéztük a magyar oldalon fekvő, hatalmas kiterjedésű Monostori erődöt. Itt szerencsével is jártunk, ugyanis a hétfői általános múzeumi zárva tartás és a több helyen folyó karbantartási munkák és takarítás ellenére beengedtek bennünket, méltányolták, hogy 200 km-t utaztunk e látnivalóért. A látogatás során külön „beépített” idegenvezetőnk is akadt, egyik társunk velünk utazó 12 éves unokája már többször járt itt, és sok mindenről tudott mesélni az erőddel kapcsolatban.

Délután az északi városban kaptunk a belvárosról, a városról és a várról tájékoztatót egy ott élő idegenvezetőtől (1. kép). Legérdekesebb látnivalónak az előző években elkészült, de még részben építés alatt álló „Európa Udvar”-t tartottuk, amelyben európai országok stílusjegyeit magán hordozó épületeket építettek egy tér köré, s ezekben kis üzletek működnek.

A harmadik napon a bósi erőművet tekintettük meg, sajnos csak kívülről. A tájékoztató táblákról megtudhattuk a létesítmény történetét, főbb adatait, bár a magyar nyelvű feliratot hiába kerestük. Ezután a Somorja, Duna-szerdahely, Galánta, Vágsellye, Deá-



■ 1. kép. A révkomáromi Fő tér Klapka György szobrával és a Városházával

ki és Guta útvonalon haladtunk hazafelé.

Szinte mindegyik településsel kapcsolatban emlékeztetnek az 1947-ben kitelepített nagyszámú magyar lakosságra. Kiemelkedő látnivalót jelentett Deákiban az 1001-ben alapított bencés templom, amit a 13., majd a 19. században kibővítettek (2. kép). Az Árpád-kori templomrész tetőterében az egykori bencés szerzetesek szálláshelyét is sikerült megnéznünk. Ebben a templomban találták meg a bencések kódexében a Halotti beszédet, amit eredeti ó-magyar nyelven hanghordozóról is meghallgathattunk.

Az időjárás mindhárom napon kegyes volt hozzánk, de a hazautazást már „sürgőssé” minősítette azzal, hogy szinte egész úton eléggé erősen esett, s nem sok látnivaló megnézését engedte meg. Voltunk ugyan Érsekújváron is, de csak a buszból néztük meg a főteret, s csak Nyitrán engedett egy kis kirándulást azon vállalkozóbb kedvű társainknak, akik felmentek a várba s a templomba. Hazafelé egy étteremben vigasztalódtunk, megállapítva, hogy a mai esős nap ellenére sikeres programot teljesítettünk. Délutánra hazatérve jó nyaralást kívánva búcsúztunk el egymástól, s azzal, hogy hasonlóan jó, élményekben gazdag utat szervezzünk jövőre is.

✍ Józsa Sándor-Liptay Péter



■ 2. kép. Szent István megalapítja a deáki bencés apátságot

## Az Egyetemi Osztály kibővített vezetőségi ülése

Az OMBKE Egyetemi Osztályának vezetősége 2008. június 26-án kibővített vezetőségi ülést tartott a Miskolci Egyetem Simon Sándor-termében. Az ülésen részt vett az Egyetemi Osztály vezetősége, valamint *dr. Böhm József* egyetemi docens, a Műszaki Földtudományi Kar dékánja, *dr. Károly Gyula*, a jelölőbizottság elnöke, *dr. Nyitrai Dániel*, az OMBKE Miskolci Területi Koordinációs Szervezetének vezetője, *Porkoláb László*, az OMM Kohászati Múzeum igazgatója és *Lóránt Miklós*, az OMBKE Bányászati Szakosztály borsodi helyi szervezetének elnöke. A hallgatói képviselők – tekintettel az év végére – kimentésüket kérték.

A vezetőségi ülés levezető elnöke és a jegyzőkönyvvezető *dr. Dúl Jenő*, az Egyetemi Osztály exelnöke, vezetőségi tag volt. Az ülés napirendi pontjai a következők voltak:

- az Egyetemi Osztály elnökének és titkárának megválasztása;
- új alelnök és titkárhelyettes választása;
- a Fazola-napok előkészítő feladatainak megbeszélése.

Első napirendi pontként *dr. Dúl Jenő* elmondta, hogy mivel az Egyetemi Osztály egy évvel korábban megválasztott elnöke tovább marad külföldön, mint az előre látható volt, valamint a titkár megvált az egyetemtől, ezért új elnök és titkár megválasztása vált szükségessé. *Dr. Török Tamás* egyetemi docens, alelnök felvetette, hogy tulajdonképpen nem is biztos, hogy hivatalosan lemondtak a tisztségükről.

*Dr. Dúl Jenő* elmondta, hogy legjobb tudomása szerint *dr. Takács Gábor* egyetemi tanár, a korábban megválasztott elnök bejelentette lemondását *dr. Tolnay Lajosnak*, az OMBKE elnökének. Ezt követően telefonon megkereste *dr. Lukács Sándor* titkárt, aki közölte, hogy elektronikus levélben ugyanezt megteszi.

Ezt követően az Egyetemi Osztály megválasztott vezetőségi tagjainak körében került sor a választási ciklus hátralévő idejére a tisztségviselők megválasztására. *Dr. Dúl Jenő* elmondta, hogy korábban egyeztetett a jelölőbizottság és a vezetőség tagjaival, a karok vezetőivel, valamint a tagság egy részével is, és a megkérdezettek egyöntetűen támogatják azt, hogy az Egyetemi Osztály új elnöke *dr. Török Tamás* egyetemi tanár – eddigi alelnök – legyen, mellette a titkári teendőket pedig *Morvai Tibor* egyetemi adjunktus lássa el. Ugyanakkor az új alelnökre is javaslatot tett *dr. Federer Imre* személyében. *Dr. Böhm József* dékán támogatólag szolt a jelöltek mellett. Hasonlóan nyilatkoztak a jelenlevők is.

*Dr. Dúl Jenő* javasolta, hogy a vezetőség titkárhelyettesét is válasszon. Erre a funkcióra *Márkus Róbert* kollégát javasolta, aki szeptember 1-jétől tanársegédi beosztásban a Metallurgiai és Öntészeti Tanszéken dolgozik.

Ezt követően került sor a szavazásra, melynek során az előterjesztetteket a jelenlevők tartózkodás és ellenszavazat nélkül megszavazták. Az eredményt *dr. Dúl*

*Jenő*, az ülés levezető elnöke hirdette ki, miszerint az OMBKE Egyetemi Osztály vezetői a választási ciklus végéig:

elnök: *dr. Török Tamás* egyetemi tanár, alelnök: *dr. Federer Imre* egyetemi docens, titkár: *Morvai Tibor* egyetemi adjunktus, titkárhelyettes: *Márkus Róbert* tanársegéd.

Ezt követően a jelenlevők gratuláltak a megválasztottaknak, majd sor került a második napirendi pontra.

*Porkoláb László* elmondta, hogy jól haladnak az előkészítő munkálatok, a tavalyi Fazola-napok sikere alapján idén már háromnapos lesz a rendezvény jeles meghívottakkal, akik a pénteki napon egy tudományos ülészekon fognak előadásokat tartani, de részvételükre számítanak szombaton és esetleg vasárnap is. Jelen-tős szerep vár idén is az egyetemi hallgatóságra, ezért a szervezők segítőjeiként felkért hallgatók elérhetőségének biztosítását kérte a jelenlevőktől, ezt *Morvai Tibor* meg is ígérte.

Fontos szerepe lesz most is a kísérő rendezvényeknek (tudományos konferencia, díszkövacsolás, bucasvasgyártás, plakettöntés, „Vasdoktor” kitelepülése stb.).

A jelenlevők kérdéseire a szervezők igyekeztek legjobb tudásuk szerint válaszolni, valamint köszönettel vették az újabb javaslatokat.

Több napirendi pont nem lévén, a levezető elnök még egyszer gratulált az újonnan megválasztottaknak és bezárta az ülést.

 **Dr. Dúl Jenő**

## Öreg firmák találkozója Miskolcon

Az egykori Nehézipari Műszaki Egyetem – ma Miskolci Egyetem – legelső évfolyamán, 1953-ban végzett kohómérnökök 2008. május 29-én tartották 55 éves találkozójukat az egyetem Tüzeléstani és Hőenergia Intézeti Tanszékének előadójában. A még élő 18 évfolyamtársból kilencen jelentek meg, és emlékeztek egykori professzoraikra, tanársegédeikre, évfolyamtársaikra. A megjelenteknek *dr. Szűcs István* egyetemi tanár és *dr. Palotás Árpád* tanszékvezető egyetemi docens ismertette az egyetem és a Kohómérnöki, ma Műszaki Anyagtudományi Kar fejlődését és a mai gazdasági életben elfoglalt helyét. A jó hangulatú találkozón *dr. prof. Bíró Attila*, *Dózsa Ottó*, *dr. Gémes Ferenc*, *dr. Mecseki István*, *dr. Mucsy Endre*, *Obrusánszky Lajos*, *Osztatni Mihály*, *Papp Károly* és *Gerencsér János* vett részt.

 **Dr. Bíró Attila – Tóth Ferenc**

## A 65, 60 és 50 éve végzett kohómérnökök köszöntése, díszoklevelek átadása

A 2008/09-es tanév kezdetén, 2008. augusztus 31-én nyilvános ünnepi szenátus-ülés keretében került sor a Miskolci Egyetemen és közvetlen elődjében 65, 60 és 50 éve végzett jubiláló mérnökök köszöntésére és a díszoklevelek átadására. A József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem bányá-, kohó- és erdőmérnöki karán 1943-ban Sopronban kohómérnöki oklevelet szerzett két kolléga részére vasoklevelet, 1948-ban kohómérnöki oklevelet szerzett öt kolléga részére gyémántoklevelet, a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohómérnöki Karán 1958-ban oklevelet szerzett 29 kohómérnök számára pedig aranyoklevelet adományozott a Kari Tanács javaslatára a Miskolci Egyetem Szenátusa.

Az 1958-ban végzett, s idén díszoklevelet átvevő egykori diákjaink részesei voltak a folyamatos változás és a bizonytalanság időszakának. Voltak közöttük olyanok, akik később kapták meg az oklevelüket, vagy más felsőoktatási intézményben, illetve külföldön szereztek diplomát. Örülünk neki, hogy 2008-ban őket is köszönthettük, és a Kari Tanács által alapított emléklappal ismerhetjük el szakmai, emberi helytállásukat.

Büszkéek vagyunk az Alma Mater egykori diákjaira. Sok évtizedes szakmai munkájuk és tevékeny életútjuk példaként szolgál mai és jövőbeni hallgatóinknak egyaránt. Jubiláló diákjaink munkásságát nagyra becsüljük és tiszteljük. Az ünnepi szenátus-üléssel maradandó emléket kívántunk állítani egykori diákjainknak, akik egy életen keresztül hűek maradtak a tanultakhoz, alkotó tevékenységükkel becsületet és hírne-

vet szereztek az Alma Maternek. Reméljük, hogy az elmúlt évtizedek felidézésével sikerült örömet szerezni mindnyájuknak, akik tudásuk legjavát adták, erőt és fáradtságot nem kímélve dolgoztak. Nélkülük az elmúlt évtizedek jelentősebb kohászati, ipari üzei nem működtek volna, hiszen ők irányították a szakmai munkát, felügyelték a technológiát. Tevékenységük elválaszthatatlan részévé vált a mérnökgenerációk egymásra épülő és folyton gyarapodó, megújuló tudásának.

Azok a kollégák, akik emléklapban részesültek, változatos életpályát futottak be, volt aki – mivel kohómérnök hallgatóként eltávolították az Egyetemről – csak 1961-ben védte meg diplomatervét, volt aki 1954-től a Budapesti Műszaki Egyetem villamosmérnöki karán tanult és ott szerzett villamosmérnöki diplomát, de volt olyan is, aki külföldön diplomázott és a Miskolci Egyetem Kohómérnöki Karán honosította oklevelét. A jubiláló mérnököknek a tanulmányaik alatt és szakmájuk gyakorlásának évtizedeiben számtalan nehézséggel kellett szembenézniük. Szorongató történelmi körülmények között, súlyos gazdasági helyzetben, gyakran változó, kiszámíthatatlan feltételek mellett kellett helytállniuk. Büszkéek vagyunk az eredményeikre, örülünk szakmai sikereiknek és a megérdemelt elismeréseknek.

Gratulálunk a díszoklevelet kapott mérnök kollégáknak. Nyugodt, derűs éveket és nagyon jó egészséget kívánunk mindnyájuknak.

Jó szerencsét!

*Dr. Gácsi Zoltán dékán*

1943-ban Sopronban diplomát szerzett, vasoklevélben részesült kohómérnökök:

*Fabó Endre Gottfried,  
dr. Szőke László*

1948-ban Sopronban diplomát szerzett, gyémántoklevélben részesült kohómérnökök:

*Fábián Béla, Görög Márton, Mydló Antal, Pálovich Pál, Unger Ervin*

1958-ban Miskolcon diplomát szerzett, aranyoklevélben részesült kohómérnökök:

*Balázs József, Barták Imre, dr. Csák József, Dallos József, Füredi János, Gönczi Pál, Gyuricza József, Hajas Sándor, Hédai Lajos, Krachun István, Krammer János, Limpár István, **Lipót István †**, Lorge György, Lónyay István, Mihalik Árpád, Molnár Béla, Nagymarcsi László, Oláh Lajos, Pataki István, Rékasi Lajos, Robonyi Andor, dr. Szarka Gyula, Szántó Judit, Tarján Béla, Tóth András, dr. Vörös Árpádné dr. Faragó Elza, dr. Vörös Árpád, Wodelák Béla*

Szakmai életpályájuk elismeréseként emléklapot kaptak:

*Korponay Gyula, dr. Szarka Tivadar, dr. Temesi Sándorné, dr. Temesi Sándor*

Valamennyi jubiláló kollégánknak mi is kívánjuk, hogy megérdemelt pihenésüket töltsék erőben, egészségben!

*Szerkesztőség*





## 18. Ledebur kollokvium Freiberg, 2008. október 23-24.

2008. október 23-24-én, immáron 18. alkalommal rendezte meg a Bergakademie Freiberg Öntészeti Intézete a Ledebur kollokviumot, mely a Freibergi Öntők Társaságának szakmai találkozója. A rendezvényen 230 fő vett részt, több külföldi társaság képviselői is, köztük a Miskolci Egyetem Metallurgiai és Öntészeti Tanszékének öntész tanárai és egy hallgatója.

A rendezvény idei programja dr.-Ing. Habil Dr.h.c. Werner Tilch professzor 65. és dr.-Ing. Klaus Eigenfeld intézetigazgató professzor 60. születésnapjáról való megemlékezés jegyében zajlott (1. kép). A rendezvényre minden évben összeállít az intézet vezetése egy beszámolót, melyből megtudhatjuk az oktatói és kutatási munka legfontosabb adatait és eredményeit.

A Freibergi Egyetemen a 2007/2008. tanévben 10 fő szerzett öntész BSc és 5 fő diplomás mérnöki oklevelet. Megtudhatjuk, hogy 2009-ben 13, 2010-ben 16 hallgató szerez várhatóan BSc oklevelet, míg 2009-ben 16, 2010-ben 20 lesz várhatóan a diplomás végzők száma. Különösen sok, évente átlag 40 fő a hallgató a „Járműipari anyagok és komponensek” BSc szakon, ahol az öntészetet egy tantárgycsoportban oktatják.

Az intézeti kutatások fő iránya Tilch

professzor irányításával az öntődei formázóanyagok és környezetkímélő technológiák témakörhöz, továbbá Eigenfeld professzor irányításával az öntött ötvözetek tulajdonságainak vizsgálatához, új szerkezeti anyagok és technológiák fejlesztése témakörhöz kapcsolódik. Az október 24-én megtartott szakmai konferencia programja is ezekkel a témakörökkel kapcsolatos intézeti és üzemi eredményeket mutatta be. A rendezvényen az alábbi előadások hangzottak el:

Tilch, W. – Polzin, H. (Bergakademie Freiberg): Formázóanyagok oktatása és kutatása, az Öntészeti Intézet eredményei  
Seidemann, R. (S&B Industrial Minerals GmbH, Leipzig): Formázóanyagok vizsgálata. Visszatekintés és kilátások

Podobed, O. – Greffhorst, C. (S&B Industrial Minerals GmbH, Marl): Bentonitkötésű formázóanyagok vizsgálata és minősítése  
Schütze, N. (Foseco GmbH, Borken): A penetráció és a ráégek elkerülése, megelőzésének megoldásai

Stets, W. (IFG, Öntészeti Technológiai Intézet, Düsseldorf): Lemezgrafitos vasöntvények szilárdságának növelése nitrogén-ötvözzel

Westphal, L. (Harz Guss Zorge GmbH): A szériagyártás előkészítésének lerövidí-

tése a zsugorodás és deformáció szimulációjával

Dúl J. – Szabó R. – Simcsák A. – Juhász B. (Miskolci Egyetem): Nyomásos öntőszerszám hőmérsékletviszonyainak vizsgálata és hatása az öntvények tulajdonságaira  
Beer, S. (Kolbenschmidt Al-Technologie AG, Neckarlsulm): Alumínium forgattyúházak gyártása és trendje

Claudia, D. (Freibergi Egyetem Öntészeti Intézet): TRIP-mátrix-kompozitok. Az Öntészeti Intézet egy újabb kutatási tématerülete

Renker, D. (Freibergi Egyetem Öntészeti Intézet): Nem-ferromágneses ötvözetek fejlesztése

A szakmai programot megelőző este tartották a Freibergi Öntők Társasága összejövetelét, melyen tiszteletbeli öntővé avatták dr.-Ing. Heinz-Josef Wojtas professzort, a Duisburg-Essen Egyetem Alkalmazott Anyagtechnológia Intézet Formázóanyagok és Technológiák Tanszékének vezetőjét és dr.-Ing. Habil Dr.h.c. Werner Tilch professzort.

A megjelentek kiváló hangulatát a kellemes társaságon kívül a ragyogó napsütés és a drezdai városnézés alapvetően meghatározta.

 Juhász Borbála



■ 1. kép. A 18. Ledebur Kollokvium megnyitóján dr. Reinhard Döpp professzor (középen) méltatja dr.-Ing. habil dr.h.c. Werner Tilch (balról) és dr.-Ing. Klaus Eigenfeld (jobbról) professzorok munkásságát

## 85. születésnapját ünnepelte

**Buzánszky Albin** 1923. július 5-én született Budapesten. 1937-ben a Röck István Gépgyárba került öntőinasnak, 1940-ben vasöntősegédként szabadult. 1949-ben esti gépipari középiskolában érettségizett, s még az év őszén felvették a Gazdasági és Műszaki Akadémia kohász szakára. Diplomájának megszerzése után a kohász tanszéken kapott tanársegédi állást.



1953-ban a Kisvárdai Vulkán Vasöntőde igazgatójának nevezték ki. 1954 őszén a Kohó- és Gépipari Minisztériumba helyezték át, ahol az öntődékkal foglalkozott. 1955-ben a Csepel Fémműbe helyezték, ahol különböző beosztásokban dolgozott, többek között hosszú évekig a Formaöntödegyár gyárvezetője volt. Ez idő alatt a Könnyűfémöntődében jelentős beruházások, fejlesztések történtek, aminek eredményeként pl. exportra öntöttek kokillába nagy méretű, 85 kg tömegű, ötvözt alumínium forgattyúházakat.

1958-tól több éven át a KGM Iparpolitikai Főosztály öntődei bizottságának tagja volt, ahol az ország különböző öntődéinek fejlesztési kérdéseivel foglalkozott. 1966-ban a Budapesti Műszaki Egyetemen gazdaságmérnöki diplomát szerzett.

1970-ben kinevezték a Csepel Művek Vas- és Acélöntöde igazgatójává, ebből a beosztásából vonult nyugdíjba 1981-ben. Igazgatósága alatt a vállalatnál jelentős beruházások valósultak meg, új gyártmányokat, korszerű technológiákat vezettek be.

Nyugdíjas éve alatt szaktanácsadói tevékenységet folytatott, 1988-90 között a Magyar Hitelbank szanaló és válságmenedzselő osztályának volt munkatársa. Munkája elismeréseként számos kormány-, miniszeri és vállalati kitüntetést kapott.

Az OMBKE-nek 1951 óta tagja, az Öntészeti Szakosztály és a budapesti helyi szervezet alapítója.

## 80. születésnapját ünnepelte

**Nagy Antal** gépészmérnök a Szőnyhöz tartozó Nagyherbály pusztán született 1928. május 22-én. Elemi iskoláit ott végezte, a négy polgárit Komáromban.

1944 karácsonyán vele egyidős társaival Németországba gyalogolt, ahonnét rövid orosz fogság után 1945 júniusában tért haza. A felszabadulás utáni első években apja mellett dolgozott, mint a földműves szövetkezet traktora. 1947-ben géplakatos tanulónak szegődött, 1949-ben szabadult.

1949 márciusától az Almásfüzitői Timföldgyár dolgozója, kezdetben a szerelésen, 1950-től a gépműhelyben kap beosztást. Komáromban esti tagozaton elvégzi a közgazdasági gimnáziumot, majd tartalékos katonai szolgálatot teljesít.

1960-ban Győrben levelező tagozaton elvégzi a gépipari technikumot, majd a timföldgyárban művezetői, később főművezetői beosztást kap. 1963-65 között Guineában, 1977-79 között a jugoszláviai Obrovácon dolgozik gépész szakértőként az ott épülő timföldgyárakban.

Nyugdíjas éveit népes családja körében immár dédnagyapaként tölti.



## Schultheisz Gyula

1928. január 21-én született Bonyhádon. Elemi iskoláit az ottani református iskolában végezte. 1948-ban ugyancsak Bonyhádon, az Evangélikus Gimnáziumban érettségizett. Még abban az évben beiratkozott a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem soproni karának kohász tagozatára, ahol 1952-ben diplomázott.

1952. augusztus 1-jétől a MASZOBAL-nál kezdett dolgozni Székesfehérvárott, majd a Székesfehérvári KÖFÉM dolgozója lett 1993-as nyugdíjazásáig.

A KÖFÉM-ben 1953-ban öt hónapos mérnöki oklevéllel kinevezték a legnagyobb üzem, a hengermű vezetőjének. Ebben az időben több új termék gyártását kezdték meg, pl. gázpalackok és tubusok gyártásához tárcsákat, árammérőházakat. Bevezették a gyorslágyművet, a hűtőgépekhez kidolgozták a csőjáratos lemezek gyártását. Számos kísérletet végeztek az alumínium termékek közbenső állapo-



tának (félkemény, negyedkemény állapot stb.) elérésére.

Szíviügyének tekintette a fiatal szakemberek betanítását, tíz éven keresztül hengerész szakmunkásokat oktatott, számukra tankönyvet is írt.

1967-ben a KÖFÉM Termelési Főosztályának lett a vezetője, ahol jelentős szerepe volt a vállalat tőkés exportjának megszervezésében és beindításában. 1974 nyaráig dolgozott ebben a munkakörben. Ekkor kapott megbízást a présművet, a húzó-művet és a préskovács üzemeket magába foglaló Prémű Gyáregység vezetésére. Ezt a feladatot látta el 1982-ig, amikor a Kereskedelmi Főosztály vezetője lett.

1983-ban Ausztriában a HUNGALOX-nál cégvezetőnek nevezték ki, legfontosabb feladata a magyar áruk pontos szállításának megszervezése volt. 1989-ben egy rövid időre nyugdíjba ment, de ezt követően még 1993-ig dolgozott az utódok betanításán.

**Szilágyi Imre** okl. gépészmérnök, egyesületünknek 1952 óta tagja, július 17-én töltötte be 80. életévét.

1946-ban asztalosipari szakképesítést, 1951-ben technikus oklevelet szerzett az újpesti Faipari Középiskolában. 1956-ban végezte el a Budapesti Műszaki Egyetem gépgyártástechnológiai szakának hidegtechnológiai ágazatát.

A Csepeli Vas- és Acélöntődében 1949-től mintakészítő, 1951-től mintatechnológus, 1956-tól a szerszám- és készülőtervező csoport vezetője volt. 1971-82-ig az Öntődei Vállalatnál gyártásfejlesztési főosztályvezető, majd műszaki-gazdasági tanácsadó kinevezést kapott. A vállalatnak Magyar Öntészeti Egyesüléssé való átalakulása után főmunkatársként dolgozott 1988-as nyugdíjazásáig. Itt több öntőde korszerűsítésében, országos öntődei fejlesztési tervek kidolgozásában vett részt. Két szabadalma van, szaklapokban számos publikációt jelentetett meg és két szakkönyvnek társszerzője.

Nyugdíjas éveiben intenzíven foglalkozott kedvenc témájával, az „elméleti fizika újragondolt alapjaival”, melyet könyvként szeretne megjelentetni.



Az Öntészeti Szakosztály csepeli szervezetének egyik alapítója és első titkára volt. 1971-75-ben a szakosztály titkárhelyettese, több cikluson át az egyesület alapszabály bizottságának tagja majd vezetője, 1994-97-ben a fegyelmi bizottság tagja volt. Egyesületi munkájáért két ízben a Kohászat Kiváló Dolgozója és z. Zorkóczy Samu-emlékérmet, továbbá Centenárium Emlékérmet kapott. 2002-ben az első között kapta meg az „OMBKE Öntészeti Szakosztályáért” kitüntetést és a szakosztály alapító tagjának járó díszoklevelet.

## 75. születésnapját ünnepelte

**Berényi József** 1933.

július 26-án született Hatvanban. Szülővárosában a Bajza József Gimnáziumban érettségizett 1951-ben. A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen 1956-ban szerzett vas- és fémkohómérnöki oklevelet.



Pályáját a Vörös Csillag Traktorgyárban kezdte technológusként, majd különböző vezetői beosztásokban (laborvezető, műszaki-fejlesztési csoportvezető, technológiai osztály- majd főosztályvezető, főmetallurgus, melegüzemi gyáregységvezető) dolgozott.

A 70-es években munkatársaival, a KGMTI tervezőivel és a KGYV kivitelezőivel nagy volumenű fejlesztéseket hajtottak végre a melegüzemi gyáregységben (kupolókemencék és villamoskemencék gépi adagolásának megoldása, az elegytér és a homokelőkészítő gépesítése, a kézi formázás gépesítése a vas- és acélöntődben, teljesen új, korszerű, Aichelin-rendszerű hőkezelő üzem létesítése, modern indukciós edzőgép üzembeállítása, kovácsüzem, precíziós öntőde, mintakészítő fejlesztése).

1975-ben a Traktorgyár felszámolása után a Ferroglobus TEK Vállalathoz került, ahol az ötvöztelen és ötvözött, hazai és import vaskohászati termékek műszaki átvetelével és ellenőrzésével, laboratóriumi vizsgálatával, minőségügyi témákkal, a vállalat megbízottjaként a Magyar Szabványügyi Hivatalban a vaskohászati termékek szabványosításával, szaktanácsadással, a vállalat minőségügyi rendszerének kidolgozásával foglalkozott, mint a Minőségi Ellenőrzési Osztály vezetője.

1993-ban ment nyugdíjba, de még három évig külső munkatársként segítette volt munkahelyét. Jelenleg az INNOPRESS Mérnökiroda Kft.-nél a minőségügyi rendszer irányítója.

Munkájáért többször részesült vállalati Kiváló Dolgozó és az Ipar Kiváló Dolgozója kitüntetésben. 2007-ben a Miskolci Egyetemtől aranyoklevelet kapott.

1951-től tagja az OMBKE-nek, 1970-től a GTE-nek. Az OMBKE-től 40 és 50 éves tagságának elismeréseként Soltz Vilmos-emlékérem kitüntetésben részesült.

**Dr. Bódi Dezső** okl. kohómérnök 1933. február 10-én Hatvanban született. Itt is érettségizett 1951-ben.

A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen 1956-ban szerzett vas- és fémkohómérnöki oklevelet, majd 1976-ban egyetemi doktori címet. Pályáját az egyetem Vaskohászati Tanszékén tanársegédként kezdte, de 1957-től már az apci Fémtermia Vállalatnál üzemvezető. Itt ferroötvözetek gyártásfejlesztésével foglalkozott, majd vezetésével 1958-ban az új létesítésű kísérleti üzemben elsőként sikerült hazánkban dolomitból szilikotermikus vákuumredukcióval ipari mennyiségben magnéziumot előállítani és üzemszerűen gyártani.

1959-74 között a Fémipari Kutató Intézetben végzett széleskörű, főleg technológiai jellegű fémkohászati kutatásokat elsősorban újabb és nagyobb tisztaságú fémek és fémvegyületek előállítására. A mangánelektrolízis egyik kidolgozójaként részt vett a Besztercebányán lévő elektrolízis üzemben folytatott kísérletekben, melynek során bebizonyosodott az elektrolit-mangán úrkúti karbonátos mangánércből való ipari méretű gazdaságos előállítása.

1974-77 között a Magyar Szabványügyi Hivatalban főelőadó, majd külső szakértő. 1977-89-ig, nyugdíjazásáig, az Országos Érc- és Ásványbányák területi főmérnökeként számos K+F feladat kidolgozója és irányítója az érc- és ásványelőkészítés területén (pl. a rudabányai vasérc és az úrkúti oxidos mangánérc fizikai módszerrel történő dúsítása, bérkohósítás Bulgáriában és az NDK-ban, flotálás, biometallurgia). Az általa kidolgozott technológiával és a Miskolci Egyetem Automatikai Tan-



székének folyamatirányítási rendszerével megvalósult savas bányavíz tisztítómű jelenleg is működik. Kutatási eredményeit társszerzőként több magyar és külföldi szabadalom, újítás, pályázati díj és kitüntetés jelzi.

Munkáiról a BKL Kohászatban, más szaklapokban és tudományos ismeretterjesztő folyóiratokban rendszeresen beszámolt. Jelenleg tiszteleti tagja a Hulladékhasznosítók Országos Egyesületének, amelynek egy cikluson keresztül a szakértői szakosztályát is vezette.

Az OMBKE-nek 1950-től tagja. 1990-ben és 2000-ben Soltz Vilmos-emlékérmet kapott, a Miskolci Egyetemtől pedig 2006-ban aranydiplomát.

**Cseh Sándor** 1933-

ban a Somogy megyei Szőládon született. Középiskolai tanulmányait 1944-48 között a veszprémi piarista gimnáziumban, majd 1949-től Budapesten, a 9. számú Kohó- és Gépipari Technikumban folytatta és szerzett technikus oklevelet. Gépészmérnöki és forgács nélküli alakító szakmérnöki diplomát pedig a Budapesti Műszaki Egyetemen kapott.



Munkahelye először a MÁVAG, majd a Ganz és a MÁVAG összevonása után a Ganz-MÁVAG lett, ahol különféle beosztásokban mindvégig a melegüzemek területén dolgozott. 1976-tól 1988-ig a kohászati gyár vezetője volt. Az ún. melegüzemekben, köszönhetően a szakmában kiváló munkatársaknak, igen fontos és színvonalas munkát végeztek a mintakészítés, a vas- és acélöntés, a süllyesztékes és szabadalakító kovácsolás, valamint a durvalemez-sajtolás területén.

1988-tól a Ganz-MÁVAG átszervezése után alapított Ganz Kovácsoló és Öntőde Vállalat igazgatója lett 1993-ban történt nyugállományba vonulásáig. Vezetésével kiváló kapcsolatokat ápoltak a Budapesti Műszaki Egyetemmel, a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemmel, valamint több hazai (pl. Csepel Autó, Rába, LKM, Lampart) és külföldi (pl. ZF, Volvo) vállalattal.

Munkája elismeréseként Kiváló Ifjú Mérnök kitüntetést és a Munka Érdemrend bronz fokozatát kapta. Éveken keresztül részt vett a Magyar Gazdasági Kamara elnökségének munkájában.



**Kováts Jenő** 1933.

február 2-án született Pápán. Egyetemi tanulmányainak befejezése után a Csepel Vas- és Fémművek Kovácsoló Gyárába került, ahol a Nagykalapács üzemben több munkakörben dolgozott. Ezt követően a Süllyesztékes kovácsüzem vezetője lett, majd ismét a Nagykalapács üzembe került üzemvezetőnek. Dolgozott az Acélmű technológiáján, majd 1972-től az Értékesítési Osztály vezetőjeként az Acélmű széles skálájú termékeinek belföldi és export értékesítése volt a feladata.

1980-ban az Acélmű és a Csögyár összevonása után a Ferroglobus TEK Vállalathoz került osztályvezetői beosztásba. Itt 1984-ben az Ipari Főosztály megszervezésével és vezetésével bízták meg. 1993-ban ment nyugdíjba. 1974-ben Miniszteri Dicsérő Oklevelet, 2007-ben a Miskolci Egyetemtől aranydiplomát kapott.



gazdasági mérnöki oklevelet.

1957. július 1-jén lépett munkába, mint a Mechanikai Mérőműszerek gyára precíziós öntödéjének művezetője. 1959 novemberétől 1972 január végéig a Csepeli Acélmű dolgozója különböző műszaki fejlesztési munkakörökben.

1972. február 1-jétől a Kohó- és Gépipari Minisztérium Távtlati Fejlesztési Főosztályán a vaskohászat terveivel, anyag- és termékmérlegeivel foglalkozott. 1975. augusztus 1-jétől a KGM Beruházási Főosztályán a kohászati osztály vezetésére kapott megbízást, ahol a vas- és színesfémkohászat beruházásainak főhatósági szintű feladataival foglalkozott. További része volt az LKM Kombinált Acélmű, az ÓKÚ Rúd-Drót Hengermű, a DV Konverteres Acélmű és az új koksizológó megépítésében. Munkája elismeréseként minisztériumi főtanácsosi címet és egyebek mellett Kiváló Kohász kitüntetést is kapott.

Az Ipari Minisztérium megalakulása után a kohászatot felügyelő miniszterhelyettes szakértői csoportjában dolgozott elsősorban a Dunai Vasművet érintő témákban. Egyidejűleg tagja volt a Dunai Vasmű Felügyelő Bizottságának.

1986. január 1-jétől a Magyar Vas- és Acélpipari Egyesülés Igazgatótanácsa ügyvezető igazgatói, majd igazgatói beosztásban megbízta a központi szervezet irányításával. E munkakörben kifejezetten a vaskohászat műszaki, gazdasági, kereskedelmi és nemzetközi együttműködési kérdéseivel foglalkozott. Mellette ellátta a Magyar Gazdasági Kamara Vaskohászati Szakmai Szövetségének főtárgyi teendőit is.

1989-ben egyetemi doktori címet szerzett Gyengén és közepesen ötvözött acélok folyamatos öntésének és hengerelhetőségének összefüggései című értekezésével, amelynek keretében a K1 jelű szerzőszám- és az R8 jelű gyorsacélok gyárthatóságát vizsgálta az LKM gépészeti és technológiai adottságaira alapozva.

1988-ban és 1992-ben tagja volt a Miskolci Egyetem Dunaújvárosi Főiskolai Karán működő Állami Vizsgáztató Bizottságnak. 1992-ben a Dunaújvárosi Főiskolai Kar Tanácsának javaslatára a Miskolci Egyetem rektora, az Egyetemi Tanács egyhangú támogatásával, címzetes főiskolai docens címet adományozott számára.



1996 végén vonult nyugdíjba, de 2002-ig még ellátta az MVAE igazgatói teendőit.

Egyesületünknek 1953 óta tagja, 1986-tól két cikluson keresztül a Vaskohászati Szakosztály elnöke, majd két cikluson keresztül az Egyesület alelnöke volt. Ezt követően ugyancsak két cikluson keresztül az ellenőrző bizottság tagjaként tevékenykedett. Egyesületi munkájáért Kerpely Antal-, z. Zorkóczy Samu-, Péch Antal- és Soltz Vilmos-emlékérmet kapott, ez utóbbit megkapta 50 éves egyesületi tagságáért is.

**Salakta István** 1933.

július 10-én született. 1957-ben végzett a Veszprémi Vegyipari Egyetem elektrokémia szakán. Utána az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohóban helyezkedett el, ahol a Kohászati Gyáregységben dolgozott mint üzemmérnök, majd 1962-től üzemvezető. 1968-ban gazdasági mérnöki oklevelet szerzett, és 1969-72-ig a gyár Üzemgazdasági Főosztályát vezette.

1972-ben kinevezték az Alumíniumkohászati Gyáregység vezetőjének. Folyamatos fejlesztések következményeként ebben az időszakban telepítették Ajkán a 60 kA-es oldaltüskés kádakat. Egyik fő törekvése az igen nehéz kohászati munkakörülmények állandó javítása volt, aminek eredményeként irányításával megtervezték és működtették egy kád teljesen automatikus kezelését és timfölddel való ellátását. Intenzíven foglalkozott a tuskóöntőde fejlesztésével, elsősorban a minőség javításával.

1958 óta tagja az OMBKE-nek, 1972-től a helyi szervezet titkára majd elnöke volt 1991-ben bekövetkezett nyugdíjazásáig.

**70. születésnapját ünnepelte**

**M. Jakab István** okl. kohómérnök 1938. március 25-én született. A Székesfehérvári Könnyűféműben dolgozott, onnét is ment nyugdíjba. Azóta is tartja a kapcsolatot régi munkatársaival. 40 éve tagja egyesületünknek, rendszeres résztvevője a székesfehérvári helyi szervezet rendezvényeinek. Egyesületünkől Soltz Vilmos-emlékérem kitüntetést kapott.

**Megyei József** 1933.

szepember 13-án született Budapesten. 1951-ben a pesti Kossuth Lajos Gimnáziumban érettségizett, majd 1959-ben a Csepeli Kohóipari Technikumban ipari technikus, 1966-ban a Budapesti Műszaki Egyetemen gépészmérnöki oklevelet szerzett. 1951-től 1990-es nyugdíjazásáig a Csepel Vas- és Acélöntödében dolgozott különböző beosztásokban. Fontosabb munkakörei: művezető, főművezető, üzemmérnök, üzemvezető, üzemfenntartási osztályvezető, műszaki igazgató, termelési igazgató. Aktív munkát fejtett ki a különböző öntödei rekonstrukciókban, új gyártmányok és gyártási eljárások bevezetésében.

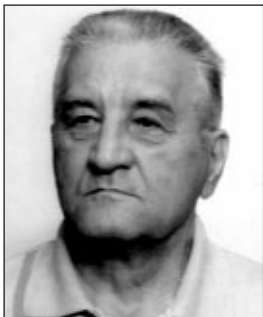
Műszaki folyóiratokban több publikációja jelent meg, a különböző műszaki-tudományos egyesületek konferenciáin számos előadást tartott. Országos és vállalati szintű anyag- és energiatakarékossági pályázatokon nyert díjakat. Eredményes munkáját vállalati és miniszteri kitüntetésekkel ismerték el. Az OMBKE-nek 45 éve tagja.

**Dr. Mezei József** 1933. augusztus 7-én született. 1957-ben szerzett metallurgus kohómérnöki, majd 1962-ben kohóipari



## Máhi László

(1932–2008)



A közelmúltban kaptuk a szomorú hírt, hogy Máhi László tagtársunk, aki 1932. szeptember 12-én született Bében, 2008. július 11-én elhunyt.

A Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karának vegyipari gépészeti szakán 1956-ban kapott oklevelet. Az egyetem elvégzése után a Magyaróvári Timföld- és Műkorundgyárba irányították, ahol nedvesüzemi üzemmérnök, üzemmechanikus, gépműhelyvezető, végül főmechanikus munkaköröket töltött be. A timföldgyári karbantartás megújítására kidolgozott szervezeti és módszertani megoldásait, a timföldipari gépek korszerűsítését eredményező ötleteit az egész iparágban bevezették.

A timföldipari fejlesztések miatt áthelyezték az ALUTERV-be, ahol az „Új Ajkai Timföldgyár” tervezésében és építésében, valamint üzembe helyezésében vállalt vezető szerepet. A munka során sok új, korszerű megoldást dolgozott ki. Számos szabadalma valósult meg, többek között

névéhez fűződik a csőfeltárás, a kötélvontatású ülepítő és a szférikus tartályfenék kidolgozása is.

Munkabírást, kezdeményező-készségét és az új megoldások iránti fogékonyságát felismerve megbízták a Timföldgyár Tervezési Iroda vezetésével. Ebből adódóan több jelentős külföldi munka teljesítésében vett részt, többek között a jugoszláviai obrováci és bírácsi, az indiai korbai és a romániai tulceai timföldgyár tervezésében; a német lautai és a cseh ziari timföldgyár rekonstrukciójában. Elkészített ezen kívül számos megvalósíthatósági tanulmányt is, többek között a görög iteai timföldgyárét.

1973-ban kinevezték az ALUTERV igazgatójává, majd 1975-ben áthelyezték a Magyar Alumíniumipari Trösztbe, ahol a Félgártmány és Készáru Főosztályt vezette, később a készáruter-mékigazgatói munkakört töltötte be. Szakmai munkásságát számos kitüntetéssel ismerték el.

Hamvait 2008. július 25-én szülőfalujában helyezték örök nyugalomra.

## Sitkei Ferenc

(1951–2007)



Sitkei Ferenc 1951. április 13-án született a Vas megyei Jákfán. Az általános iskolát szülőfalujában, a középiskolát Sárváron végezte, majd a Veszprémi Vegyipari Egyetemre került, ahol hamarosan kitűnt tehetségével. Diplomamunkáját 1974-ben védte meg és vette át vegyész-mérnöki oklevelét az egyetem Nehézvegyipari Szakának Rendszermérnöki Ágazatán. Felsőfokú tanulmányait munkába állása után is folytatta, 1985-ben a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyész-mérnöki Karán kitüntetéses oklevéllel vegyipari gazdasági mérnöki képesítést szerzett.

Nappali tagozatos tanulmányait befejezve azonnal elhelyezkedett az Ajkai Timföldgyár és Alumíniumkohóban, a MAL Zrt. jogelődjénél, és ezután a timföldgyárhoz haláláig hű maradt. Munkáját fejlesztőmérnökként a timföldgyári technológia és a technológiai folyamatok leírásának megismerésével kezdte. A gyár vezetői, felismerve kitűnő matematikai tudását és rendszerszemléletét, 1978-ban kinevezték a frissen alakult számítástechnikai csoport vezetőjének. A csoport fontos feladata volt a timföldgyártási körfolyamat matematikai modellezése és a számítógépes irányítás megvalósítása. A munka során szoros együttműködést alakított ki többek között a Veszprémi Vegyipari Egyetem és az ALUTERV-FKI szakembereivel.

A tevékenységi kör bővülésével 1981-től már a Szervezési és Számítástechnikai Főosztály vezetője, majd 1983-tól fejlesztési főmérnök. Így

már közvetlen befolyása lett a timföldgyártás technológiai fejlesztéseire. A Timföld gyáregység vezető főmérnökévé, a termelés első számú felelőssévé 1986-ban nevezték ki, ezek után ezen a poszton is bizonyíthatta képességeit és rátermettségét. Az általa kiválasztott hozzáértő munkatársakkal együttműködve, új tudományos eredmények alkalmazásával, a termelést rövid idő alatt jelentős mértékben felfuttatta, megközelítve az 500 000 t/év bűvös határt.

Az 1990-es években, a társasági átalakulások időszakában, először az Ajkai Alumíniumipari Kft. Timföld üzletág igazgatója (1992–1996), majd a privatizációt követően az Ajkai Timföld Kft. vezérigazgató-helyettese (1997–2000). A MAL Rt. megalakulása után 2000–2002-ig a Timföld Ágazat fejlesztési igazgatója. A felsorolt beosztások lehetővé tették számára, hogy műszaki és gazdasági téren egyaránt kamatoztassa tehetségét. Különösen fontosnak tartotta és ösztönözte az új, piacorientált timföld és hidrát termékek fejlesztését, biztosítva a cég fennmaradását az egytermékes korszak lezárulása után is.

2002-ben vezérigazgató-helyettesi beosztásban kinevezték a MAL Rt. Timföld Ágazat első számú vezetőjévé. Az akkor nehéz helyzetben levő timföldgyártást a nagyobb hozzáadott értékű termékek előállításának fejlesztésével és szisztematikus munkával segítette ismét stabilizálni. Utolsó beosztásaként 2006.

június 1-jétől a MAL Zrt. vezérigazgatója volt, amelyet több mint egy évig, 2007 augusztusában bekövetkezett váratlan haláláig töltött be.

Szakmai területen több fontos újítás és találmány kidolgozásában vett részt, többek között a feltárás, a kikeverés, a kausztifikálás és a lúgbepárlás technológiai továbbfejlesztése, illetve az új timföld és hidrát termékféleségek fejlesztése területén. Többször kapott Kiváló Dolgozó és Kiváló Feltaláló kitüntetést, ezenkívül a Kiváló Munkáért miniszteri, valamint a Magyar Ezüst kitüntetés birtokosa.

Tagja volt az OMBKE-nek, a MTESZ-nek és a Magyar Kémikusok Egyesületének, publikációi jelentek meg, külső előadóként oktatott a Veszprémi Egyetemen. Német és angol nyelvtudását kihasználva gyakran vett részt műszi-

ki konferenciákon és szakmai küldetéseken Európában és a tengerentúlon egyaránt. Felkészültségével, kitűnő problémamegoldó és meggyőző képességével, valamint közvetlenségével magával ragadta, inspirálta munkatársait és tárgyalópartnereit.

Széleskörű, magas szintű műszaki és gazdasági szakmai ismeretekkel rendelkező vezetőként elévülhetetlen érdemeket szerzett a technológiai irányításban, a termékt fejlesztésben és mindazon tevékenységekben, amelyek hozzájárultak ahhoz, hogy Magyarországon egyedül az ajkai üzemben maradhatott fenn a timföldgyártás. Halálával nagy veszteség érte a magyar alumíniumipart.

**OMBKE Fémkohászati Szakosztály  
ajkai csoportja**

## Tamás Tivadar (1932–2008)



2008. augusztus 16-án elhunyt Tamás Tivadar, az OMBKE mosonmagyaróvári helyi szervezetének szervezőtitkára, egyesületünk régi tagja. Teme-tése 2008. augusztus 25-én volt a mosonmagyaróvári Óvári temetőben. Ravatalánál Csutak Ist-ván, a helyi szervezet titkára mondott beszédet:

„Tisztelt Gyászolók, Hozzá tartozók, Rokonok, Ismerősök, Barátok!

Fájdalomban megtört szívvel állunk Tamás Tivadar tagtársunk, vagy ahogy sokan ismerték, Tibi bácsi ravatalánál. Szívünkben egyetlen kérdés van: miért? Hisz nemrég még együtt voltunk, beszélgettünk, szerveztük a következő programokat. Most pedig itt állunk, és választ nem kapunk. Kegyetlen a sors, menni kell, nincs ellenvetés. Hiába keresünk otthon, hiába hívunk, már nem válaszolsz. Nem olyan régen még ott álltunk a betegágyad mellett, fogtuk a kezéd, biztattunk, ugye erős vagy, ugye velünk maradsz! De győzött a betegség, és ma már csak a felhők közül nézel le ránk. Lezárt egy élet, mely sok széppel, de néha gonddal is volt teli, s amely példát adott nekünk.

Egész életeddel példát mutattál nekünk. Voltál a fellegekben, és voltál a padlón. De mindig ember maradtál, mindig felálltál. Talán a sportban tanultad ezt meg, hiszen nem dicsekedtél vele soha, de ott is megálltad a helyed. Hagytak el, és ért mérhetetlen fájdalom, de az maradtál aki voltál, nemes szívű, örökké biza-kodó, mindig előretekintő ember. Megtaláltad családot, akik szeretettel vettek körül, és az utolsó pillanatokig melletted voltak.

Szeretted, féltetted szeretteidet, barátaidat. A szíved mindenkinek nyitva állt, segítettél min-denkinek. Példamutató ez mindnyájunknak.

Végtelen a sor, akik búcsúznak Tőled. Itt

vannak volt munkatársaid, akik tisztelték benned a szakmaiságot, a tenniakarást. Sok évig voltál minőségügyi vezető a MOFÉM-ben, minden beosztottad szeretettel emlékszik rád. Becsülik benned a főnököt, aki nem arrogan-ciájával, de szeretetével, szakmai tudásával tu-dott vezetővé válni. Tevékenységeddel a gyár érdekeit szolgáltad, de mindig fontosak voltak neked a dolgozók szempontjai is. Jártad az or-szágot, szereltél, javítottál, a gyár volt az éle-ted. Kezed nyoma, emléked a mai napig eleve-nen él volt munkatársaid körében.

Gyászolunk mi is, egyesületi társaid. Nagy a fájdalmunk, hiszen olyan tagtársat veszítettünk el, aki szívvel-lélekkel velünk volt. Nyugdíjas éveidre találtál ránk igazán, és percek alatt vezetővé váltál közöttünk. Még felsorolni is nehéz, hány ren-dezvényt szerveztünk együtt, hány és hány helyen fordultunk meg az országban és Erdélyben.

Drága Bátyó, kedves Tivadar!

Köszönjük, hogy velünk voltál, köszönjük, hogy segítettél nekünk. Nem tudjuk már meghá-lálni munkásságodat, de emléked mindörökké fennmarad szervezetünkben.

Egy személyes emlékekkel búcsúozok tőled: tudod, hogy második apámnak tekintettelek. 2001 kará-csonya volt, ugye emlékszel rá. Nem volt már családom, gyerekek nélkül, egyedül ültem otthon. Szenteste volt. Te felhívtál, s csak annyit mondtál, gyere, kész a hal, ünnepeljünk együtt. Az életet adtad vissza nekem, a reményt a továbbiakra. Egy életre adós vagyok neked. Köszönöm, hogy voltál, köszönöm, hogy együtt lehettem veled.

Tisztelt Gyászolók, Rokonok, Barátaim!

Kísérjük el drága barátunkat végső nyughe-lyére. Az úton emlékezzünk rá, kívánjunk neki békés pihenést.”



Tisztelt Tagtársaink, kedves Cikkíróink!

A BKL Kohászat célja és feladata, hogy olvasóközönségét, az Egyesület tagságának meghatározó részét tájékoztassa a tágabb értelemben vett kohászattal és öntéssel kapcsolatos eseményekről, gazdasági és műszaki eredményekről, továbbá hogy beszámoljon az Egyesület tevékenységéről és a tagjainkkal történekről. Ezt a feladatot a szerkesztőség a beküldött kéziratok, hírek, tudósítások felhasználásával, rovatokba szerkesztett közlésével tudja teljesíteni. Ezúton is kérünk és bátorítunk mindenkit, hogy a megjelölt célokra megfelelő cikkeket, híreket küldjön szerkesztőségünknek!

A lap szerkesztése, nyomdai szedése számítógépes programok segítségével történik – sőt, ma már a legtöbb kézirat is szövegszerkesztővel készül –, így a korábbi formai követelmények jelentősége megszűnt. Ennek ellenére kérjük, hogy munkánk megkönnyítése érdekében az alábbiakat vegyék figyelembe:

## A.) Szakcikk esetében

- 1.) Ha a szerző(k) a kéziratot nem csak a BKL Kohászat részére nyújtották be, kérjük a másik sajtótermék megnevezését a benyújtás vagy megjelenés időpontjának megjelölésével. Ha a kézirat valamilyen rendezvényen elhangzott előadás (vagy annak felhasználásával készült), kérjük a rendezvény megnevezését (név, idő, hely). Kérjük a szerző(k) elérhetőségének, főként e-mail címének megadását, valamint 5-10 soros szakmai bemutatkozását.
- 2.) A kézirat terjedelme legfeljebb 15 – hagyományos – gépelt oldal, azaz a szóközökkel együtt maximum 23 000 karakter legyen. A reális megjelenési terjedelem (max. 5-6 oldal) érdekében átlagosnál több ábra ill. táblázat esetén kérjük a szöveg terjedelmének csökkentését.
- 3.) A kézirat első oldalán szerepeljen a cím, a szerző(k) neve, legmagasabb szakképzettsége(i), tudományos fokozata, szolgálati beosztása, munkahelyének pontos neve és telephelye. Ezt rövid (5-10 soros) magyar és angol nyelvű tartalmi kivonat, majd a cikk szövege kövesse.
- 4.) A kézirat szövegét folyamatosan, a többszintű felsorolások lehetőség szerinti kerülésével, bekezdésekkel tagolva, az önálló részeket számozás nélküli alcímmel ellátott fejezetekbe foglalva kérjük. A forrásokra az irodalomjegyzék [ ] zárójelbe tett számaival kell hivatkozni. A betűszavak jelentését első előfordulásukkor teljes szövegű kiírással kell megadni. A szövegben, a képletekben és az ábrákon az SI mértékegységeket kell használni. Képletek esetén – a levezetések mellőzve – különös gondosságot kérünk, a jelek, idegen betűk megnevezését (pl. görög kis ró, végtelen stb.) a margón külön meg kell adni. A táblázatok, ábrák számára a szövegben hivatkozni kell, tervezett szövegek közti elhelyezését kérjük jelölni. Lábjegyzet esetén a szövegben felső indexet kell alkalmazni.
- 5.) A jó nyomdai minőség érdekében kérjük, hogy a számítógépes ábrákat, táblázatokat, lábjegyzeteket, diagramokat, fényképeket stb. ne illesszék be a szövegbe, vagy ha beillesztik is, az eredeti

fájltypusban külön is adják meg! (Pl. Excel, vagy kép- ill. rajzfájlok.) Ezen anyagok Word-fájlba való beillesztése – bár könnyebbé teszi a cikk összeállítását és a képernyőn, ill. papírra nyomtatva is jól mutat – nagyban rontja a végső minőséget, mivel a nyomda nem Word-ben dolgozik.

6.) A cikk végén kell felsorolni az alábbiakat:

- irodalomjegyzék a szövegközi előfordulás sorrendjében és számaival a következők szerint: folyóiratcikkeknel a szerző(k) vezetékneve és keresztnévnek kezdőbetűje, a mű címe, a folyóirat címe, évszáma, kötetszáma vagy évfolyama, füzetszáma, valamint – ha szükséges – a hivatkozás művön belüli oldalszáma; könyveknél a szerző(k) neve, a kötet címe, kiadója, kiadási helye, évszáma, oldalszáma;
- lábjegyzetek;
- ábrajegyzék: az ábrák, képek, fényképek sorszámai az ábra- és képaláírások szövegével. Mikroszkópos felvételeken a nagyítás mértékét is közölni kell.

A rajzolt ábrákat a nyomtatásban tervezett méret kb. kétszeresében, de legfeljebb A4 méretben kérjük elkészíteni. A kétszínnyomás megjelenés miatt színek helyett különböző vonaltípusok használatát kérjük (ugyanígy pl. az Excel diagramoknál is). Nagyméretű tervrajzokat, térképeket csak kicsinyítve és egyszerűsítve tudunk leközzölni. AutoCad-alapú rajzokat nem tudunk feldolgozni, kérjük a megjelentetni tervezett változatot jpg képformátumra átalakítani.

Az elektronikus képeket (jpg fájlok) – szintén a végső minőség érdekében – kérjük, ne tömörítsék túl. 300 dpi felbontással készült és 500-800 kilobájtra tömörített színes képek általában megfelelnek, sőt a kisebb megjelenési méretű arcképeknél 100-200 kB is elegendő;

– a táblázatokat címmel és arab sorszámmal ellátva kérjük elkészíteni.

## B.) Híryananyagok esetében

Kérjük a fentieket értelem szerűen alkalmazni, és amennyiben a hír valamilyen médiában, vagy előadáson, konferencián megjelenteken/ elhangzottakon alapul, a forrás (név, hely, időpont) megjelölését is.

A szerkesztőség fenntartja a jogot, hogy a beküldött anyag megjelentetéséről döntsön, a szükségesnek ítélt stílári és formai javításokat, rövidítéseket elvégezze, de a megjelent anyagok tartalmáért nem felel.

Kéziratot, egyéb beküldött anyagot – akár megjelenik, akár nem – nem őrzünk meg és nem küldünk vissza.

Amennyiben a kézirat és/vagy mellékletei (táblázat, diagram, rajz) szerkesztése számítógépes programmal készült, a számítógépes anyagot CD-lemezen vagy e-mailen is meg lehet küldeni. Ez esetben a kinyomtatott változat elhagyható.

A munkánkhoz nyújtott segítséget ezúton is köszönjük!

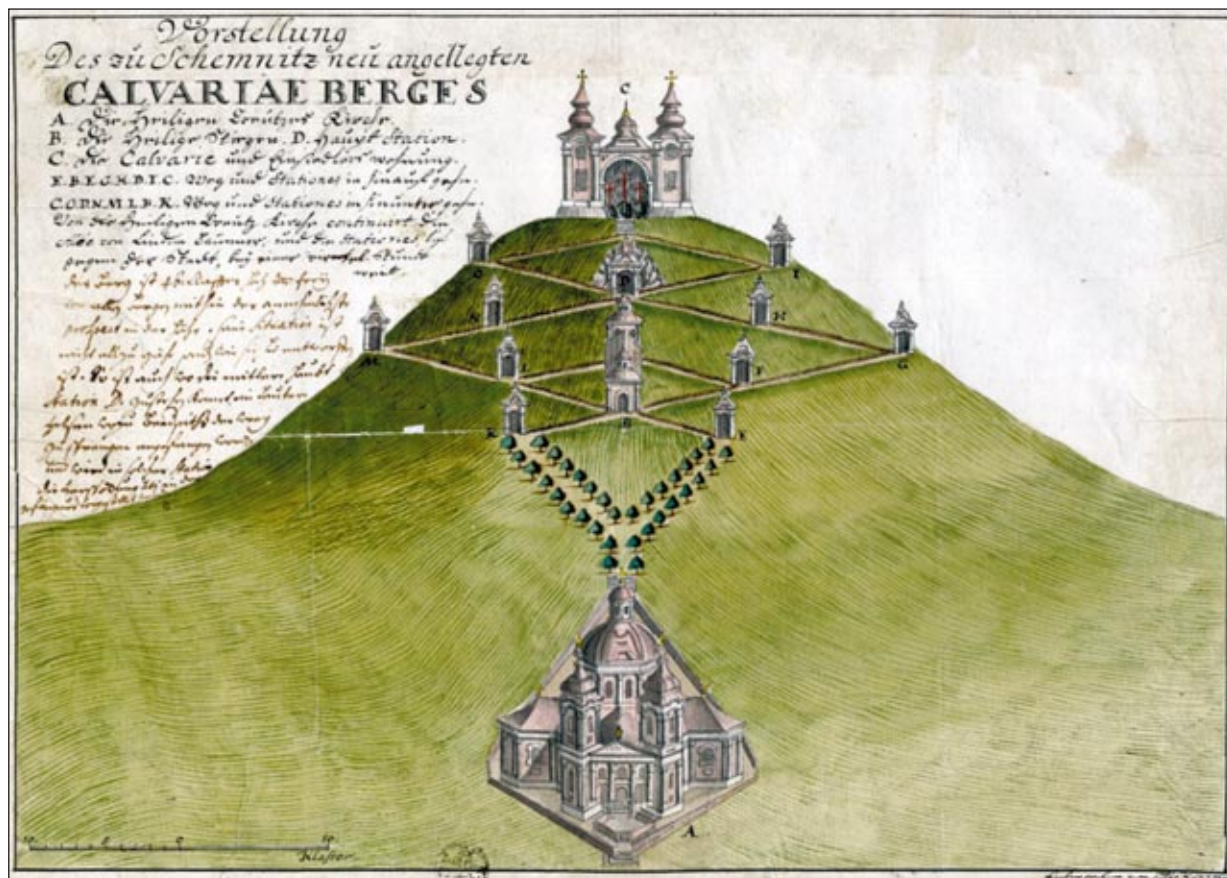
**Szerkesztőség**

## Helyreigazítás

Dr. Baksa Csaba tagtársunk hívta fel a figyelmünket, hogy a BKL Bányászat (és mivel ez közös szám volt, a Kohászat és a Kőolaj és Földgáz) 2008/4. számának 37. oldalán a külföldi hírekben hibásan jelöltük a *nephelin* nevű ásványt *zsrírkőnek*, ami **nem zsrírkő, hanem egy földpátpótló ásvány**. Magas alumíniumtartalma teszi lehetővé a timföldgyártást ebből az anyagból. Maga a cikk is említi, hogy robbantással bányásszák a „kemény ércet”, tehát ez semmiképpen nem lehet puha zsrírkő. Nem tévesztendő össze a nephrittel.

Az észrevételt köszönjük és tisztelt Olvasóink elnézését kérjük a hibáért.

*Podányi Tibor felelős szerkesztő*



**Mikoviny Sámuel: A selmecebányai Kálvária terve**

A selmecebányai Kálvária felépítésének gondolata a jezsuitáktól származott, igazi kezdeményezője Perger Ferenc (1700–1772) jezsuita szerzetes volt, aki 1744-ben nagyszabású gyűjtést rendezett, hogy a Kálvária építéséhez szükséges összeget előteremtse. Az ehhez legalkalmasabbnak tűnő helyet – egy, a várostól keletre magasodó kúp alakú hegyet, a Scharffenberget – az evangélikus Fritz család adományozta e célra. 1744. március 13-án Perger a városi tanács előtt már egy tervet is bemutatott, lehetséges, hogy épp Mikoviny rajzát, de végül is nem a mérnök elképzeléseit valósították meg. Az alapkövet 1744. szeptember 14-én helyezték el, és az építményt 1751-ben fejezték be.

A fenti képet a Magyar Országos Levéltár és az Országos Széchényi Könyvtár Mikoviny Sámuel (1698-1750) mérnök, térképész életét és munkásságát bemutató új, virtuális kiállításából közöljük az OSZK engedélyével.

A kiállítás megtalálható a <http://mek.oszk.hu/06400/06422/html> honlapon.